MED
5000

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY

GIFT OF

Medizinisch Naturwissenschaftl.
Gesellschaft zu Jena

Jan. 30, 1892 - Dec 19, 1893

7114

3370-9
2
Kut

VERGLEICHEND-ANATOMISCHE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN

AN

WALTHIEREN

VON

DR. PHIL. WILLY KÜKENTHAL,
PRIVATDOCENT AN DER UNIVERSITÄT JENA.

ERSTER THEIL.

INHALT.

KAPITEL I: DIE HAUT DER CETACEEN.
KAPITEL II: DIE HAND DER CETACEEN.
KAPITEL III: DAS CENTRALNERVENSYSTEM DER CETACEEN; GEMEINSAM MIT PRIVATDOCENT DR. MED. **THEODOR ZIEHEN.**

MIT 13 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1889.

S - ES - J(ena)

DENKSCHRIFTEN

DER

MEDICINISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

ZU

JENA.

DRITTER BAND.

KÜKENTHAL, WILLY, VERGLEICHEND-ANATOMISCHE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN AN WALTHIEREN.

MIT 25 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN UND 124 ABBILDUNGEN IM TEXT.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1893.

VERGLEICHEND-ANATOMISCHE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN

AN

WALTHIEREN

VON

Dr. PHIL. WILLY KÜKENTHAL,

INHABER DER RITTER-PROFESSUR FÜR PHYLOGENIE UND A. O. PROFESSOR
AN DER UNIVERSITÄT JENA.

ZWEITER THEIL.

INHALT.

KAPITEL IV. DIE ENTWICKELUNG DER ÄUSSEREN KÖRPERFORM.
KAPITEL V. BAU UND ENTWICKELUNG ÄUSSERER ORGANE.
KAPITEL VI. DIE BEZAHNUNG.

MIT 12 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN UND 115 ABBILDUNGEN IM TEXT.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1893.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort V

Einleitung VII

Kapitel I: **Die Haut der Cetaceen** 1

1. **Das zur Verfügung stehende Material** 3

2. **Spezialuntersuchungen** 3

a) Die Haut von ***Hyperoodon rostratus.*** Der Bau der Speckschicht, die Epidermis. Die Pigmentirung. Hautzähne. Parasitische pflanzliche Gebilde 3
b) Die Haut von ***Ziphius cavirostris.*** Bau der Haut. Pigmentirung 8
c) Die Haut von ***Beluga leucas*** 9
α) Die embryonale Haut 10
β) Die Haut des jungen Thieres 10
γ) Die Haut des erwachsenen Thieres 11
d) Die embryonale Haut von ***Lagenorhynchus acutus.*** Bau der Haut. Pigmentirung. Fötalhaare 12
e) Die embryonale Haut von ***Phocaena ventricosa.*** Bau. Pigmentirung. Fötalhaare. Eigenthümliche kreisrunde Flecken auf der Haut 12
f) Die Haut von ***Globiocephalus melas.*** Die FJELSTRUP'schen Untersuchungen an den kreisförmigen als Haarrudimente betrachteten Flecken 13

3. **Vergleichende Zusammenstellung** 14

a) Das vereinzelte Vorkommen von Haaren bei Erwachsenen 14
b) Fötalhaare 14
c) Ueber die als rudimentäre Haare gedeuteten Hautgebilde 15
d) Das Fehlen von Drüsen 16
e) Ueber die Lederhaut (*Beluga*, *Monodon*) 16
f) Die Pigmentirung. Die Herkunft des Pigments in der Haut der Wirbelthiere und der Wirbellosen 17
g) Ueber die muthmaasslichen Beziehungen von Licht, Pigment und Kern 18
h) Zusammenfassung der characteristischen Eigenthümlichkeiten der Cetaceenhaut 18

Kapitel II: **Die Hand der Cetaceen** 21

1. **Geschichtlicher Ueberblick** 23

2. **Specialuntersuchungen** 24

a) ***Beluga leucas*** 24
Der Carpus. Verschmelzungen embryonal angelegter Elemente 25
Metacarpalia und Phalangen 29
Längsspaltung des fünften Fingers 30
Atavistischer Rückschlag, Missbildung oder Neubildung? 31
Verknöcherung 31
Musculatur 31
b) ***Globiocephalus melas*** 32
Der Carpus 32
Metacarpalia und Phalangen 34
Musculatur 36
Verknöcherung 36
c) ***Hyperoodon rostratus*** 37
Carpus. Vereinzeltes Vorkommen eines Centrale 37
d) ***Ziphius cavirostris*** 38
Carpus. Verschmelzung distaler Carpalien 38

Seite

e) ***Phocaena communis*** . . . 39
Carpus . . . 39
Phalangenzahlen . . . 40
f) ***Delphinus delphis*** . . . 40
Carpus . . . 40
Phalangenzahlen . . . 41
g) ***Lagenorhynchus acutus*** . . . 41
Carpus . . . 41
Phalangenzahlen . . . 42
Ossification . . . 42

3. Vergleichende Uebersicht über den Bau der Cetaceenhand . . . 43
a) Der Carpus . . . 43
α) Ableitung der reducirten Carp. von ausgebildeteren. Aufstellung zweier Typen, des *Beluga*-Typus und des *Ziphius*-Typus . . . 43
β) Schema zur Veranschaulichung der Reductionen . . . 52
γ) Ueber das Vorkommen von Centralien im Carpus der Cetaceen . . . 53
δ) Das Pisiforme . . . 54
ε) Der Praepollex (Bardeleben) . . . 55
b) Metacarpalia und Phalangen . . . 55
α) Liste der bis jetzt bekannten Phalangenzahlen . . . 55
β) Resultate aus der Vergleichung dieser Zahlen . . . 56
c) Zusammenfassung . . . 57
Aufstellung eines Schema zur Erklärung der Beziehungen einzelner Cetaceen in Bezug auf den Bau ihrer Hände . . . 57

4. Vergleichung der Cetaceenhand mit der anderer Säugethiere . . . 58
a) Die Weber-Ryder'sche Hypothese der Hyperphalangie und ihre Unhaltbarkeit . . . 59
b) Der Versuch, die Cetaceen von Promammalien abzuleiten, und seine Unmöglichkeit . . . 60
c) Eigene Ansicht über die Entstehung der Hyperphalangie . . . 62
d) Ueber die Convergenz in der Bildung der Cetaceen- und der Ichthyosaurenflosse . . . 64

5. Die Verwerthung der an der Cetaceenhand gefundenen Thatsachen für die Anschauungen über den Aufbau der höheren Wirbelthierhand überhaupt . . . 66

Kapitel III: **Ueber das Centralnervensystem der Cetaceen** . . . 77

Einleitung . . . 79

I. Specielle Untersuchungen über das Centralnervensystem der Cetaceen . . . 80
A) Das Centralnervensystem von *Hyperoodon rostratus* . . . 80
1. Aeussere Oberfläche des Gehirns . . . 80
2. Innere Anatomie des Gehirns . . . 88
3. Rückenmark . . . 100
4. Microscopische Anatomie der Hirnrinde . . . 101
5. Hirnhäute . . . 105
Anhang. Die Hypophyse . . . 106
B) Das Centralnervensystem von *Beluga leucas* . . . 108
1. Aeussere Oberfläche des Gehirns . . . 108
2. Innere Anatomie des Gehirns . . . 117

II. Vergleichender Theil . . . 123
A) Vergleichung der Cetaceengehirne untereinander . . . 123
B) Vergleichung des Cetaceengehirns mit dem anderer Placentalier . . . 134
1. Gehirn der Ungulaten . . . 135
2. Gehirn der Chelophoren . . . 142
3. Gehirn der Pinnipedier . . . 143
4. Gehirn der Carnivoren . . . 163
5. Gehirn von Manatus . . . 171
C) Feststellung der Homologie der Grosshirnfurchen . . . 173
1. Tabellarische Darstellungen älterer Anschauungen . . . 173
2. Homologien der Grosshirnfurchen . . . 177
3. Schlussbetrachtung . . . 196

Kapitel IV. **Die Entwickelung der äusseren Körperform** . . . 221

A) Der Zahnwale . . . 223

1. Tabelle der Körpermaasse . . . 224

Seite

2. Die Entwickelung der äusseren Körperform innerhalb einzelner Arten 229
a) bei ***Phocaena communis*** 229
b) bei ***Delphinus delphis*** 233
c) bei ***Tursiops tursio*** 235
d) bei ***Globiocephalus melas*** 236
e) bei ***Monodon monoceros*** 236
f) bei ***Beluga leucas*** 236
g) bei ***Hyperoodon rostratus*** 237

3. Zusammenfassung 238

B) Der Bartenwale 238

1. Tabellen der Körpermaasse 239

2. Die Feststellung der äusseren Körperform innerhalb einzelner Arten 241
a) bei ***Balaenoptera musculus*** 241
b) bei ***Balaenoptera Sibbaldii*** 242
c) bei ***Balaenoptera rostrata*** 243

3. Zusammenfassung 244

Kapitel V. **Bau und Entwickelung von äusseren Organen** 245

1. Die Hautbedeckung 247
1. Reste eines Hautpanzers bei Zahnwalen 247
2. Ueber das Vorkommen von Haaren bei Bartenwalen 258

2. Die Schwanzflosse 260
Entwickelung, morphologische Werthigkeit, Bau und Function

3. Die Rückenflosse 264
Entwickelung, Bau und Function

4. Die Brustflosse 267
Form im Allgemeinen, Verschiedenheit bei Zahn- und Bartenwalen

1. Ueber das Handskelet einiger Zahnwale 268
α) Specialuntersuchungen 268
a) ***Platanista gangetica*** 268
b) ***Orcella fluminalis*** 270
c) ***Neomeris phocaenoides*** 271
d) ***Sotalia*** 273
e) ***Kogia breviceps*** 275
f) ***Steno perspicillatus*** 276
g) ***Beluga*** und ***Monodon*** 277
h) ***Hyperoodon rostratus*** und ***Ziphius spec.*** 278
β) Zusammenfassung 279

2. Ueber das Handskelet der Bartenwale 280
α) Specialuntersuchungen 280
a) ***Balaenoptera musculus*** 280
Ueber Rudimente des verloren gegangenen Mittelfingers, Innervation der Hand, Carpus 280
b) ***Balaenoptera rostrata*** 285
c) ***Balaenoptera Sibbaldii*** 286
d) ***Megaptera boops*** 287
e) ***Balaena mysticetus*** 289
β) Zusammenfassung 292
γ) Ueber die Phalangenzahl bei Bartenwalen 292

3. Zur Entwickelungsgeschichte der Brustflosse 294
α) Specialuntersuchungen 294
a) ***Phocaena communis*** 294
b) ***Delphinus*** 298
c) ***Tursiops tursio*** 300
d) ***Globiocephalus melas*** 300
e) ***Beluga*** und ***Monodon*** 301
β) Zusammenfassung 301

Seite

Ueber das Vorkommen von Nagelrudimenten an der Brustflosse der Wale 302
4. Ueber die Beziehungen der Brustflosse der Cetaceen zur typischen Vorderextremität der Säugethiere . 304

Ueber den causalen Zusammenhang zwischen Function und Structur der Brustflosse. Versuch einer Erklärung der Entstehung der Polyphalangie

5. Die Kehlfurchen bei Bartenwalen und ihre Bedeutung 321
1. Vorkommen und Lagerung der Kehlfurchen 312
2. Function 313
a) Art der Nahrungsaufnahme bei Bartenwalen 313
b) Bau und Function der Zunge 315
c) Muskelapparat zum Oeffnen und Schliessen der Kiefer 315
d) Schluckbewegung 316
3. Zusammenfassung 316

6. Die Lippenbildung und ihre Function 317
1. bei den Delphiniden 317
2. bei den Ziphiiden 321
3. bei den Bartenwalen 321

7. Bau und Entwickelung der Cetaceennase 322
1. der Delphiniden 322
2. der Ziphiiden 339
3. der Bartenwale 342
4. Zusammenfassung. Vergleichung der Zahnwalnase mit der Bartenwalnase 347

8. Ueber Rudimente von Stenson'schen Gängen bei Cetaceen 349

9. Ueber Rudimente des äusseren Ohres 350
1. bei den Delphiniden 350
2. bei den Ziphiiden 353
3. bei den Bartenwalen 354

10. Bau und Entwickelung der Mammarorgane 355
1. der Zahnwale 355
2. der Bartenwale 363

11. Ueber Zitzenrudimente beim Männchen 364

Kapitel VI. **Die Bezahnung** 385

1. Die Entwickelung des Gebisses der Zahnwale 387
A) Specialuntersuchungen 387
a) von ***Beluga leucas*** 387
b) von ***Monodon monoceros*** 396
c) von ***Globiocephalus melas*** 400
d) von ***Delphinus delphis*** 403
e) von ***Phocaena communis*** 407
f) von ***Hyperoodon rostratus*** 411
B) Vergleichende Zusammenfassung 419

2. Die Entwickelung des Gebisses der Bartenwale 422
A) Specialuntersuchungen 425
B) Zusammenfassung 437

3. Vergleichender Theil 438
A) Bemerkungen über das Gebiss der Edentaten 438
B) Das Gebiss der Beutelthiere 441
C) Das Gebiss der Robben 443
D) Bemerkungen über das Säugethiergebiss im Allgemeinen 447

Vorwort.

»Die Wallthiere sind während dieses Jahrhunderts durch so viele und zum Theil so ausgezeichnete Beobachtungen erläutert worden, ihr Studium hat durch die von CUVIER eingeführte strenge Kritik eine so überaus festere Haltung gewonnen, dass man wohl sagen kann, die Cetologie habe sich seit LACEPÈDES Zeit (1803) als eine ganz neue Wissenschaft gestaltet — aber trotzdem scheinen die Zoologen und Zootomen darin einig zu sein, dass die Wallthiere gegenwärtig noch zu den am wenigsten genau gekannten Säuge-, wo nicht Wirbelthieren gehören.« So leitete vor 45 Jahren ESCHRICHT seine Abhandlung »über die Wallthierkunde im Allgemeinen« ein, und noch heute hat seine Behauptung volle Gültigkeit. An Arbeiten in diesem Gebiete fehlt es zwar in neuerer Zeit nicht, sie alle haben aber mit der Schwierigkeit des Materiales zu kämpfen, welches nur sehr selten einen guten Conservirungszustand aufweist und vor allem nicht reichhaltig genug ist, um weitergehende Vergleichungen gestatten zu können. Die überwiegende Mehrzahl der die Anatomie der Wale behandelnden Arbeiten beschränkt sich auf die Zergliederung einzelner gestrandeter Individuen und liefert, bei der Schwierigkeit die meist enorm grossen einzelnen Theile überschauen zu können, und in Folge des schnellen Verwesungsprocesses, dem sie ausgesetzt sind, nur Resultate von beschränktem Werthe.

Auch im ersten Bande meiner eigenen Untersuchungen machte sich der Mangel an umfassendem Material, vor allem von Bartenwalen sehr fühlbar, und mein Bestreben war in erster Linie darauf gerichtet, mir durch Beschaffung von guten cetologischen Präparaten eine breitere Basis zu schaffen, auf die ich meine vergleichenden Untersuchungen stellen konnte. Es ist mir dies, wie sich aus den im vierten Kapitel aufgestellten Tabellen ergiebt, bis zu einem gewissen Grade gelungen, ermöglicht wurde es mir aber nur durch die überaus reiche Unterstützung, welche ich von allen Seiten empfing.

Im Frühjahr des Jahres 1889 unternahm ich gemeinsam mit meinem leider so früh verstorbenen Freunde Dr. ALFRED WALTER die von der Geographischen Gesellschaft in Bremen ausgerüstete und von der hiesigen RITTER-Stiftung unterstützte Fahrt nach dem nördlichen Eismeer, die uns zunächst an die Küsten Finmarkens und der Halbinsel Kola, später nach Ostspitzbergen[1]) und den König-Karls-Inseln führte.

Besonders lohnend für die Erwerbung von Material von Bartenwalen erwies sich der Aufenthalt in Vardö, sowie in Jeredike an der Murmanküste, wo sich Stationen befinden, zu denen die auf hoher See erlegten grossen Finwale bugsirt werden, um zur Gewinnung von Fischbein, Thran, Guano und auch Fleischconserven zu dienen. Hilfreich standen mir mein treuer Freund ALFRED WALTER und von dortigen Herren Conservator SCHNEIDER in Tromsö, Director DAHL in Vardö und Capitän HORN in Jeredike zur Seite, und ich habe die grosse Collection meist ausgezeichnet conservirter Bartenwalembryonen fast ausschliesslich meinem dortigen Aufenthalte zu verdanken.

In der auf diese Reise folgenden Zeit wurde ich in liebenswürdigster Weise von der Leitung einer Anzahl grösserer Museen mit Material unterstützt. Besonders dankbar bin ich den Herren Professor Dr. KRAEPELIN und Dr. PFEFFER in Hamburg für die Ueberlassung einer grösseren Anzahl Embryonen auch anderer Säugethiere, wie Edentaten, Pinnipedier und Beutelthiere, und dem Director des Bremer Museums, Herrn Dr. SCHAUINSLAND, für einige Delphinembryonen. Auch im Auslande wurde mir wohlwollende Hilfe zu Theil. Ein zweimaliger längerer Aufenthalt in London machte mich mit den ausserordentlich reichen Cetaceenschätzen des dortigen Museums bekannt, die mir in liberalster Weise zugängig

1) Siehe meinen Bericht an die Geographische Gesellschaft in Bremen: Forschungsreise in das europäische Eismeer 1889, in den Deutschen geogr. Blättern, Bremen 1890, sowie in Petermann's geogr. Mittheil. 1890. Heft III.

gemacht wurden. Herrn Professor Flower, Dr. Günther, den Herren O. Thomas, G. Boulenger, Smith Woodward, sowie Prof. G. B. Howes bin ich für das Interesse und die vielfache Anregung, welche sie mir zu Theil werden liessen, zu grossem Danke verpflichtet. Die Sammlungen des Royal College of Surgeons standen mir durch die Liberalität von Professor Stewart zur Verfügung. Nicht minder dankbar bin ich der Leitung des Museums zu Kopenhagen, besonders Herrn Professor Lütken und Herrn Dr. Winge, welche mir eine Anzahl der kleinsten bis jetzt bekannten Embryonalstadien von Walen theils zur Untersuchung der äusseren Körperform, theils aber auch zur unbeschränkten Verarbeitung überliessen. Meinem Freunde Professor G. A. Guldberg in Christiania verdanke ich ebenfalls eine Anzahl Präparate, darunter besonders 2 Embryonen vom *Hyperoodon rostratus*.

Reiche Anregung fand ich hier in Jena durch meinen lieben Lehrer, Herrn Professor Haeckel und Herrn Professor Fürbringer, der mir ausser anderem auch zwei ganz frische, erwachsene Braunfische zur Verfügung stellte. Herr College Semon war so freundlich, mir einen gut conservirten Embryo von *Phocaena communis* zu überlassen.

Allen genannten Herren spreche ich an dieser Stelle nochmals meinen tiefgefühlten Dank aus.

Wie ich schon im ersten Theile meiner Untersuchungen betont habe, wird der Versuch, die Stammesgeschichte der Cetaceen festzustellen, erst dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn es gelungen sein wird, die einzelnen Organsysteme vergleichend-anatomisch und entwickelungsgeschichtlich zu verfolgen. Letztere Aufgabe aber wird um so schwieriger, je tiefer man in den Gegenstand eindringt und je mehr man einsieht, dass die feststehenden Thatsachen, welche man zur Vergleichung heranziehen kann, nur sehr vereinzelte sind. So habe ich mich genöthigt gesehen, wie das bereits in dem gemeinsam mit Th. Ziehen bearbeiteten Kapitel über das Centralnervensystem geschehen ist, eigene Untersuchungen auch innerhalb der anderen Säugethierordnungen anzustellen. Besonders nöthig erwies es sich in dem Kapitel über die Entwickelung der Bezahnung. Die Ergebnisse dieser Studien haben bereits theilweise Verwendung gefunden in einer kurzen Abhandlung: »Bemerkungen über die Entwickelung des Säugethiergebisses« (Anat. Anz. 1891. p. 364), worin ich ausser der Entwickelung des Walgebisses auch noch das der Edentaten und der Beutelthiere behandelte. In einer weiteren Arbeit: »Das Gebiss von Didelphys, ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Beutelthiergebisses« (Anat. Anz. 1891. p. 658) habe ich dann die auf letztere Gruppe bezüglichen Untersuchungen eingehender dargelegt, während ich auf eine genauere Darstellung meiner Befunde an Edentaten verzichten konnte, da nicht lange darauf erschienene diesbezügliche Arbeiten, mit deren Resultaten die meinigen vollkommen übereinstimmen, mich dessen überhoben.

Auch auf die allgemeineren Gesichtspunkte, welche sich mir aus dem Studium der Säugethierbezahnung ergeben haben, gehe ich hier nicht ein und verweise auf meine beiden in den Jahren 1891 und 1892 gehaltenen akademischen Reden [1]), welche dieselben sattsam erörtern.

Es kommt mir in vorliegenden Studien weniger darauf an, neue Hypothesen aufzustellen und zu verfechten, als Material zu einer gründlicheren Kenntnis des Cetaceenkörpers zu liefern. An der Hand der Entwickelungsgeschichte versuche ich für jedes Organ nachzuweisen, welchen Bau es ursprünglich bei den landlebenden Vorfahren der Wale gehabt, und welche Veränderungen es durch die Anpassung an das Leben im Wasser erlitten hat. Unter Zugrundelegung der anatomischen Befunde, und gestützt auf allerdings noch vereinzelte biologische Beobachtungen, habe ich mich bemüht, den causalen Zusammenhang zwischen dem Bau und der Function der behandelten Organe aufzudecken, wobei ich mir indessen nicht verhehle, dass manches noch problematisch ist und erneuter Prüfung bedarf.

1) Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Säugethierzähne. Jen. Zeitschrift. 1892. p. 469. — Ueber die Entstehung und Entwickelung des Säugethierstammes. Biol. Centralblatt. 1892. p. 400.

Noch ist in vorliegenden Kapiteln mein Material nicht nach allen Richtungen hin ausgenutzt worden; so habe ich histologische Details nur dann gegeben, wenn es mir darum zu thun war, Beweise für meine Behauptungen herbeizuschaffen.

Zur Erreichung des mir vorschwebenden Zieles erschien es mir passender, nur das von dem Gesehenen wiederzugeben, was direct mit meiner Aufgabe zu thun hat, und ich muss es darauf ankommen lassen, von gestrengen Kritikern der allzu kurzen Behandlung einzelner, sie speciell interessirender Abschnitte geziehen zu werden.

In einer späteren Arbeit gedenke ich, ausser Ergänzungen zu den bis jetzt behandelten Kapiteln, die inneren Organe in den Kreis meiner Betrachtungen zu ziehen, und werde dann versuchen, in einer Zusammenfassung meiner Resultate ein Bild von der Stellung der Wale innerhalb der Säugethierklasse zu geben.

Meinem Verleger, Herrn G. Fischer, sage ich für sein in jeder Hinsicht liebenswürdiges Entgegenkommen meinen besten Dank.

Jena, im Mai 1893.

Einleitung zum ersten Theile.

Vorliegende Arbeit bildet das erste Heft einer Reihe von vergleichend-anatomischen und embryologischen Untersuchungen an Cetaceen. Wenn auch dieses Unternehmen durchaus keinen monographischen Character tragen soll, so habe ich doch die einzelnen Kapitel möglichst umfassend und eingehend behandelt und mich durch weitergehende Vergleichungen auf einen allgemeineren Standpunkt zu stellen gesucht.

Die Reihenfolge der einzelnen Kapitel ist eine durchaus willkürliche, wer sich indes jemals mit Cetaceen beschäftigt hat und die Schwierigkeiten kennt, welche mit der Erlangung geeigneten Materiales verknüpft sind, wird diese Willkür begreifen und entschuldigen.

Das hier vorliegende Heft enthält drei Kapitel, von denen ich das dritte, das Centralnervensystem, in Gemeinschaft mit meinem Freunde und Collegen Dr. Theodor Ziehen, Privatdocent für Psychiatrie in Jena, bearbeitet habe. Es liegt nicht in meiner Absicht, sämmtliche Organsysteme in dieser Weise zu behandeln, nur diejenigen gedenke ich zu bearbeiten, welche geeignet sind, die Stellung der Walthiere innerhalb der Säugethierklasse genauer zu präcisiren. Man erwarte indes durchaus nicht schon jetzt tiefer gehende phylogenetische Erörterungen, erst dann, wenn die wichtigsten Organsysteme in dieser Weise untersucht worden sind, wird ein Versuch, die Stammesgeschichte der Cetaceen festzustellen, von Erfolg begleitet sein. Gerade bei der Bearbeitung dieser Thiergruppe ist eine derartige Vorsicht oft vergessen worden; man vergleiche nur die grundverschiedenen Ansichten, welche über den Ursprung der Cetaceen aufgestellt worden sind. Wollte ich z. B. allein auf Grund meiner Befunde an der Vorderextremität genetische Beziehungen suchen, so würde ich genöthigt sein, die Wale von Ichthyosauren abzuleiten, eine Hypothese, die ja thatsächlich von einigen Forschern vertheidigt wird. Zieht man indessen die vielen gewichtigen Gründe allgemeiner Natur in Betracht, welche für eine Abstimmung der Cetaceen von landbewohnenden Placentalthieren sprechen, sowie die Veränderungen, welche eine Vorderextremität durch Umwandlung zu einer Flosse erleiden muss, so wird es klar, dass die grosse Aehnlichkeit der Ichthyosauren- und der Cetaceenflosse nur auf weitgehenden Convergenzerscheinungen beruht. Dieses Beispiel wird genügen, um darzulegen, wie misslich es ist, phylogenetische Schlüsse auf die Vergleichung einzelner organ-

systeme hin aufzubauen. In der Theorie wird dieses Princip allgemein angenommen, in der Praxis hingegen nicht immer befolgt.

Im Verlaufe dieser Arbeit wird es mehrmals nöthig erscheinen, auf die systematische Auffassung der Cetaceen zurückzukommen, weshalb ich mich vorläufig an die von FLOWER[1]) gegebene Eintheilung gehalten habe, die auch von WEBER[2]) acceptirt worden ist:

I. Mystacoceti	*Balaenidae*	*Balaeninae*
	Balaenopteridae	*Megapterinae*, *Balaenopterinae*
	Physeteridae	*Physeterinae*, *Ziphiinae*
II. Odontoceti	*Platanistidae*	*Platanistinae*, *Ininae*
	Delphinidae	*Beluginae*, *Delphininae*

Den ersten Anlass zu vorliegenden Studien bot eine Eismeerfahrt, welche ich im Jahre 1886 unternommen habe. Von Tromsö in Norwegen segelte ich Ende April mit einem kleinen Fangschiff aus, um zunächst an der Jagd auf *Hyperoodon rostratus* Theil zu nehmen. Während der 57 Tage, die wir auf hoher See, zwischen dem 74. und 78. Grad nördlicher Breite, im ostgrönländischen Meere verbrachten, erlegten wir 18 dieser interessanten Walthiere, und hier bot sich mir mehrmals Gelegenheit, einzelne Theile derselben zur Untersuchung an Bord zu bekommen. Freilich ist dies durchaus nicht so einfach, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Auf einem solchen Schiffe kann man naturgemäss wissenschaftliche Interessen nur in ganz geringem Grade geltend machen. Es erfordert in den meisten Fällen bereits eine grosse Anstrengung, den Wal zu erlegen und an das Schiff heran zu bugsiren, dann folgt unmittelbar darauf die nicht minder schwere Arbeit des Abspeckens. Da der *Hyperoodon* trotz seiner im Verhältnis zu den Bartenwalen geringen Länge von 23 bis 24 Fuss, in seltenen Fällen bis 30 Fuss, unmöglich an Bord gehoben werden kann, so muss vom Boote aus abgespeckt werden. Man denke sich zu dieser Arbeit ein fast stets stürmisches Meer, eine eisige, durchdringende Kälte, Schnee- und Hagelböen, und man wird begreifen, dass die Leute nicht viel Lust haben, länger dabei zu verweilen, als absolut nothwendig ist.

Ein Glück war es für mich, dass der Kopf des Thieres an Bord gewunden wurde, während der übrige Körper als unbrauchbar in der Tiefe versank. Natürlich konnten eingehende Studien an Ort und Stelle schon der erstarrenden Kälte wegen nicht gemacht werden, es kam eben darauf an, in kurzer Zeit das Werthvollste, in diesem Falle das Gehirn, zu bergen und zu conserviren.

Bei dieser Arbeit waren mir die Winke, welche GULDBERG in seinem schönen Werke über das Centralnervensystem der Bartenwale in Bezug auf Herausnahme des Gehirns giebt, von grösstem Nutzen. Wenn auch die Auslösung des Gehirns bei einem 70—80 Fuss langen Mystacoceten an und für sich mit viel bedeutenderen Schwierigkeiten verbunden ist als bei einem nur 24 Fuss langen *Hyperoodon*, so kommt doch als erschwerender Umstand bei letzterer Arbeit hinzu, dass dieselbe auf schwankendem Schiffe bei intensiver Kälte gemacht werden muss. Sobald der mächtige Kopf an Bord gewunden war, musste für seine Befestigung gesorgt werden, da er sonst durch Umherrutschen auf Deck in Folge der Schwankungen leicht zu Unglücksfällen hätte Anlass geben können. Dann wurde abgespeckt, das literweise in Hohlräumen zwischen den Oberkiefern enthaltene flüssige Oel herausgeschöpft, und der Rest mir zu weiterer Untersuchung überlassen. Zunächst fand ich es am zweckmässigsten, mit Hülfe von ein paar Matrosen, die

1) FLOWER: Transactions Zoolog. Soc. Vol. VI. P. III.
2) WEBER: Studien über Säugethiere. Jena 1886.

Die Haut der Cetaceen.

Die Haut der Cetaceen ist von allen Organtheilen verhältnissmässig am leichtesten zu beschaffen und dementsprechend ist die Anzahl der darüber angestellten Untersuchungen eine ziemlich grosse. Umfassendere Arbeiten der neueren Zeit sind die von M. Weber [1]), G. Delage [2]) und Fjelstrup [3]). Besonders Weber hat die characteristischen Eigenschaften der Walhaut gegenüber der anderer Säugethiere hervorgehoben, und ich kann mich den Ansichten dieses Autors in der Hauptsache nur anschliessen.

Ein ziemlich reichhaltiges, fast durchgängig gut conservirtes Material hat mich indessen in den Stand gesetzt, die Untersuchung auch auf Punkte auszudehnen, welche bis jetzt weniger eingehend oder gar nicht behandelt worden sind, und ich will mich in diesem Kapitel meiner Walstudien auf die Anführung des Neuen oder Abweichenden beschränken. Mein Material bestand aus Hautstücken der verschiedensten Körperregionen von *Hyperoodon rostratus,* von *Ziphius cavirostris* (?) sowie von jungen wie vollständig erwachsenen Individuen von *Beluga leucas,* von verschieden grossen Embryonen des *Globiocephalus melas,* von 13 Embryonen der *Beluga leucas,* von je einem Embryo von *Delphinus leucopleurus* und *Phocaena ventricosa.*

Specialuntersuchungen.

Hyperoodon rostratus Lilljeborg.

Eine eingehendere Untersuchung der Haut des *Hyperoodon* wurde erst von Weber [4]) gegeben und dabei hauptsächlich die Pigmentirung berücksichtigt. Meine eigenen Untersuchungen konnte ich sowohl an frischen, wie in Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit conservirtem Materiale anstellen, von verschiedenen Theilen der Körperoberfläche herrührend.

Die Grenze zwischen der Haut und dem darunter liegenden subcutanen Bindegewebe ist nicht sicher zu bestimmen, da ein eigentliches, scharf abgegrenztes Corium fehlt. Indem die bindegewebigen Stränge, welche das subcutane Gewebe durchziehen, in den langgestreckten Papillen sich mehren, zugleich aber auch eine Abnahme des Fettgehaltes wahrzunehmen ist, dürfte es am richtigsten sein, den Papillarkörper

1) Weber: Studien über Säugethiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der *Cetaceen.* Jena 1886.
2) Delage: Histoire du *Balaenoptera musculus.* Archives de zoologie exp. et gén. Tome III bis.
3) Fjelstrup: Ueber den Bau der Haut bei *Globiocephalus melas.* Zool. Anz. 1888 p. 11 u. f.
4) Weber l. c.

sowie eine ganz schmale Zone direct unter der Epidermis liegender horizontal verlaufender Bindegewebsstränge als Corium, das darunter liegende Gewebe als subcutanes Bindegewebe zu bezeichnen.

Die Epidermis ist an den meisten Stellen des Rumpfes 12,7 mm dick, und zwar fallen auf das Rete Malpighii 12 mm, auf das Stratum corneum 0,7 mm. Die längsten Cutispapillen erreichen eine Höhe von 8 mm, zum Theil verlaufen sie unverästelt, zum Theil geben sie kleine Seitenzweige ab, mitunter erscheinen sie von Beginn an gegabelt.

Die Farbe der Haut ist eine schwer definirbare[1]). Jedenfalls aber ist eine grosse Verschiedenheit in der Färbung der Rücken- und Bauchhaut zu constatiren. Während die letztere glänzend hellgrau erscheint, ist erstere von einer dunklen, braunschwarzen Farbe, mit einem Stich ins Bläuliche. Hier und da sieht man auf der Haut grössere und kleinere weissliche Flecken, meist von rundlicher oder ovaler Gestalt. Diese sind bei älteren Individuen häufiger als bei jüngeren und finden sich vornehmlich am Kopfe. Ueber die Entstehung solcher Flecken werde ich später zu berichten haben.

Bevor ich nun zur Beschreibung des feineren Baues der Haut übergehe, möchte ich erst noch einige Worte der darunter liegenden Speckschicht widmen. Dieselbe ist beim erwachsenen Thiere in der Nackenregion am dicksten, fast $^1/_2$ Fuss dick, an den anderen Körperstellen etwa noch handbreit. Ihr Bau ist sehr einfach, indem wellenförmig verlaufende, reticulär verflochtene Bindegewebszüge grosse Maschenräume von Fettzellen einschliessen. Ziemlich vereinzelt ziehen Blutgefässe hindurch, noch seltener findet man Nervenfasern. Doch vermochte ich dieselben einige Male mit Sicherheit nachzuweisen und bis in den Papillarkörper hinein zu verfolgen. In der Nähe der Epidermis nehmen die Bindegewebszüge zu und ziehen in mehr horizontaler Richtung, zum Theil in die Papillarkörper einbiegend. Der Aufbau des Papillarkörpers ist wesentlich dadurch, sowie durch die Anwesenheit von weit hinaufsteigenden Blutgefässen characterisirt, doch fehlt hier das Fett durchaus nicht vollständig, wie Weber angiebt, es ist nur in geringerer Masse vorhanden und zeigt sich hier und da in Gestalt kleinerer zerstreuter Fettzellen. Auf dem Querschnitt erscheinen die Papillen nicht als cylindrische, sondern etwas flach gedrückte Körper.

Ueber das Rete Malpighii lässt sich Folgendes mittheilen. Die Zellen, welche dasselbe zusammensetzen, haben im Allgemeinen eine polygonale Gestalt, je näher sie dem Stratum corneum zu liegen kommen, desto mehr flachen sie sich ab, bis sie an der Grenze sehr flach, langgestreckt erscheinen. Sämmtliche Zellen des Rete zeigen eine höchst auffällige Differenzirung ihres Inhalts in lichtbrechende Fäden. Grosse, parallel verlaufende Fadencomplexe ziehen von einer Zelle zur anderen, oft durchkreuzen sie eine oder mehrere Zellen, um in einer weiter entfernten zu endigen (siehe Taf. II, Fig. 3). In den tieferen Schichten herrschen mehr die senkrecht zur Hautoberfläche gerichteten Fadenmassen vor, während sie in den oberen mehr und mehr schief, zuletzt horizontal verlaufen. Die Deutlichkeit dieser Fäden ist geradezu auffallend, bereits mit dem Zeiss'schen Objectiv D, Ocular 2 lassen sie sich aufs genaueste verfolgen. Sie geben dem

1) Aus der Literatur will ich nur einige Fälle (z. B. nach Eschricht) herausgreifen, um zu zeigen, wie schwierig die Bestimmung der Hautfarbe ist. Chemnitz (Von der *Balaena rostrata* oder dem Schnabelfische. In Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, 4. Bd. Berlin 1779) findet die Haut gleichmässig schwarz, desgleichen Wesmael (Notice zoologique sur un *Hyperoodon*. Nouveaux mémoires de l'Académie royale de Bruxelles 1841). Dale (The history and antiquities of Harwich and Dovercourt, first collected by Silas Taylor, with notes and observations to natural history, London 1730) nennt die Haut oben braun, unten weisslich, Baussard (Mémoire sur un *cétacé* échoué près de Honfleur. In: Rozier's Journal de physique ou Observations sur la physique, sur l'hist. nat. etc. Tome 34. Paris 1789) schwarz, am Bauche bleifarbig, Eschricht (Untersuchungen über die nordischen Walthiere, Leipzig 1849) beschreibt das Zandvoorter Exemplar als sehr dunkel gefärbt, am Bauche etwas, jedoch nicht viel heller als auf dem Rücken. »Man kann also wohl getrost die Farbe des Entenwals als bleifarbig schwarz angeben, die auf der Bauchseite zwar etwas heller, jedoch aber immer noch dunkel genug ist, um von berichterstattenden Seefahrern für schwarz erklärt zu werden.«

Rete Malpighii dieses Wales ein ganz characteristisches Gepräge. Auch bei anderen Thieren sind sie in dieser Hautschicht gefunden worden, so berichtet z. B. RANVIER [1]) von Verbindungsfäden, welche nicht nur von einer Zelle zur andern ziehen, sondern auch entferntere Zellen miteinander verbinden. RANVIER erklärt diese langen Fäden als in Folge der Lageveränderung der Zellen durch die Epidermisentwicklung entstanden, und dieser Ansicht kann ich mich nach den Befunden an *Hyperoodon* nur anschliessen. Membranen, welche die Zellen des Rete umhüllen, existiren nicht. Es sind, wie wohl jetzt ziemlich allgemein angenommen wird [2]), mit Lymphe erfüllte Intercellularlücken zwischen den einzelnen Zellen vorhanden. Die Zellkerne dieser Schicht zeigen eine eigenthümliche Umformung; auf dünnen Schnitten sieht man, falls nicht an Stelle des herausgefallenen Zellkerns ein entsprechender Hohlraum getreten ist, wie der Kerninhalt sich auf einer Seite sichelförmig angesammelt hat, während der übrige Theil von einer grossen Vacuole eingenommen wird. RANVIER [3]) führt diese Erscheinung auf eine bläschenförmige Erweiterung des Kernkörperchens zurück, welche bei allen Reizungen der geschichteten platten Epithelien entsteht, die dann allmählig fast den ganzen Kern einnimmt und auf dem optischen Durchschnitt den übrigen Kerninhalt nur noch als eine Sichel erkennen lässt.

Vom Stratum corneum wird diese Schicht durch eine Lage von flachen, langgestreckten Zellen getrennt; dieselbe besteht aus zwei übereinander liegenden Reihen. Die Zellen selbst färben sich im Gegensatz zu allen andern Epidermiszellen mit Carmin sehr stark. Es entspricht diese Schicht dem Stratum lucidum in der Haut anderer Säuger.

Das Stratum corneum, aus 6—7 Zellenreihen aufgebaut, besteht aus durchweg keratinisirten Zellen mit atrophischen Kernen. Die Zellen sind sehr flach und langgestreckt, die gesammte Schicht lässt sich leicht von der darunter liegenden abheben.

Pigmentirung.

Bereits WEBER [4]) giebt des Näheren an, dass die Pigmentirung der Haut zweierlei Art ist, indem sich sowohl pigmentirte Epidermiszellen als auch eigentliche Pigmentzellen vorfinden.

Zunächst liegen beim erwachsenen Thiere sämmtliche Pigmente in der Epidermis, die darunter liegenden Schichten sind frei davon. Eigentliche Pigmentzellen kommen nur um die Papillen herum vor, sie umgeben dieselben allseitig als weitverästelte, braunschwarz gefärbte Zellen. Das andere Vorkommniss des Pigmentes findet sich in den Zellen des Rete Malpighii und des Stratum corneum als feine Körnchen. Dieses Pigment ist so vertheilt, dass die über den Papillen gelegene Hautschicht weniger enthält als die dazwischen liegende. Bereits von MAYER [5]) ist an der Haut anderer Wale ein ähnliches Verhalten gezeichnet worden. Von der Haut des *Hyperoodon* theilt er nur Folgendes mit: »Die Epidermis geht in grossen Blättern ab, enthält grosse Zellen mit grossen Kernen, sowie solche, welche mit Pigmentkranz umgeben sind. Das Corium ist nur $^1/_4$ Linie dick. Die Coriumzotten sind daher kurz, vorn gelblich, hinten schwarz. In der hinteren Fläche des Coriums sieht man diese Hornröhren kurz, und sie bilden, wie bei *Balaena mysticetus,* Blätter von $^1/_6$ Linie Höhe.«

---

1) RANVIER: Nouvelles recherches sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de MALPHIGHI. Compt. rend. 20 octobre 1879.

2) Siehe die gute Darstellung der neueren Ansichten über diesen Punkt in P. u. F. SARASIN: Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. II. Bd. II. Hft. pag. 57 und folg.

3) RANVIER: Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. 1866. p. 656.

4) l. c.

5) Dr. MAYER: Ueber die Structur der Hautbedeckungen der Cetaceen. Nova Acta Ac. C. L. Carol. Nat. cur. Bd. 25. 1855.

Nirgends angegeben finde ich die so auffällige Lagerung der Pigmentkörnchen im Zellleibe. Dieselben bilden eine mehr oder minder ausgebreitete Kappe um den Kern herum, und zwar an der der Oberfläche zugewendeten Seite. Es liegt auf der Hand, in diesem Falle eine Beziehung des Pigments zum Zellkern anzunehmen, welcher Art indessen dieselbe ist, darüber lässt sich vorläufig nichts Sicheres aussagen; bei der Behandlung der allgemeineren Fragen werde ich nochmals auf diesen Punkt zurückkommen. Noch ist zu erwähnen, dass die im Kern befindliche Vacuole, welche den übrigen Kerninhalt zu einem sichelförmigen Gebilde zusammengedrückt hat, fast stets direct unter die Pigmentkappe zu liegen kommt.

Die vorhin erwähnten eigentlichen Pigmentzellen enthalten einen deutlichen Kern, ihre langen Fortsätze erstrecken sich tief in die Intercellularräume zwischen die einzelnen Retezellen hinein, fast ausschliesslich finden sie sich auf der Grenze zwischen Rete Malpighii und dem Papillarkörper. Nach Weber sollen diese Zellen die in den Cutispapillen gelegenen Blutgefässe gegen das Licht schützen, also beschatten. Dies erscheint mir wenig wahrscheinlich, wenn auch eine directe Beziehung zum Lichte schon deshalb angenommen werden muss, weil bei den meisten Walen, Specialanpassungen ausgenommen, der Rücken pigmenthaltiger ist als die Unterseite. Die Art dieser Beziehung ist freilich noch nicht festgestellt.

Es ist mir, ebensowenig wie Weber, gelungen, einen Zusammenhang dieser Pigmentzellen mit Nerven nachzuweisen, ich fand nur sehr vereinzelte markhaltige Nervenfasern in den Papillen.

Der Unterschied in der Intensität der Färbung des Rückens und des Bauches wird dadurch hervorgerufen, dass die Pigmentkörnchen den Retezellen auf der Bauchseite fast völlig fehlen, während sie auf der Rückenseite in grossen Massen vorhanden sind. Die eigentlichen Pigmentzellen sind auch auf der Bauchseite zahlreich vorhanden, so dass also die dunklere Färbung des Rückens nur durch stärkere Pigmentirung der Retezellen hervorgerufen wird.

Während wir also einerseits eine Beziehung des Pigmentes zum Lichte constatiren, die besonders im Rücken des Thieres in Erscheinung tritt, indem einmal das Pigment hier am stärksten angehäuft ist, und ferner die Pigmentkappen in den einzelnen Zellen stets der Lichtseite zugewandt sind, müssen wir andererseits einen Zusammenhang des Pigments mit dem Kern annehmen, da derselbe stets an einem, durch eine Vacuole ausgezeichneten Pole von einer Pigmentmasse umgeben ist. Gewisse Besonderheiten zeigt die Mundhaut, indem sie wellige Unebenheiten zeigt, sehr hart und bei älteren Thieren mit Hautzähnchen versehen ist. Letztere habe ich nur in der Mundhaut des Unterkiefers gefunden, nach Eschricht sollen sie auch an der Gaumenhaut vorkommen. Zuerst gesehen wurden diese Hautzähne von Baussard (Mémoire sur un cétacé échoué près de Honfleur. In Rozier's Journal de physique ou Observations sur la physique etc., Tome 34. Paris 1789). Lacépède (Histoire naturelle des cétacées. Paris 1803—1809) missverstand die Angaben Baussard's und hielt diese Gebilde für wirkliche am Gaumen sitzende Zähne. Später wurden die Hautzähnchen gänzlich geleugnet, und erst Eschricht (Unters. über die Walthiere, 1849, p. 33) fand sie wieder auf. Meinen eigenen Untersuchungen zufolge scheinen sie nur bei älteren Thieren vorzukommen: es sind sehr vereinzelte, nur ein paar Millimeter hohe krystallinisch aussehende Höcker, von ziemlicher Durchsichtigkeit, die ebenso tief in die Haut eingesenkt sind. Sie bestehen fast ausschliesslich aus kohlensaurem Kalk; nach der Auflösung vermittelst Salzsäure bleibt eine Grundsubstanz zurück, die aus Fäden zusammengesetzt erscheint und wahrscheinlich aus Keratin besteht.

Eine bei vielen Walen beobachtete Erscheinung ist das Auftreten weisslicher Flecken auf der Haut. Auch *Hyperoodon* zeigt hie und da derartige rundliche Flecken, oft von ansehnlicher Grösse. Besonders zahlreich findet man sie bei älteren Exemplaren. Auf Schnitten sieht man Folgendes: Auf der Hornschicht sitzt eine Schicht von beiderseits zugespitzten, spindelförmigen Körpern, dazwischen liegen vereinzelte Reste

von abgestossenen Hornzellen auf. Diese Körper, welche meist senkrecht auf der ziemlich scharf getrennten intacten Hornschicht aufsitzen, sind von verschiedener Grösse und erreichen an Länge höchstens die Hälfte der Dicke dieser Schicht. Um über die Natur dieser Gebilde ins Klare zu kommen, übergab ich einen Theil des betreffenden Materials Herrn Prof. Dr. KRUKENBERG, welcher die Güte hatte, folgende Untersuchung vorzunehmen:

»Keratin, welches bekanntlich auch den Hauptbestandtheil der Epidermisschuppen bei den Säugethieren ausmacht, ist ohne Vornahme besonders tiefgreifenderer Operationen künstlich bis zu einem Producte abgebaut worden[1]), welches zwar noch die Biuret-, nicht aber MILLON'sche Reaction gezeigt hat. Danach wird angenommen werden müssen, dass die Keratine jenen Eiweissderivaten anzureihen sind, welchen als typischer Eiweissrest nur die Antigruppe geblieben, wie denn auch an den durch Phosphorwolframsäure gereinigten Fibrin-Antipeptonen die Reactionsfähigkeit sowohl auf die MILLON'sche als auf die eigentlichen Eiweissproben, deren Eintreten durch noch labilere Atomcomplexe, als solche die Tyrosin liefernde Gruppe darstellt, bedingt wird[2]), erloschen ist[3]). Dass keratinöse Stoffe auch noch in Verbindung mit lebenden Theilen einem jener künstlich gelungenen Reduction analogen Processe unterworfen sein können, liessen schon einige Erfahrungen über pathologische Hautverdickungen beim Menschen wahrscheinlich werden[4]); sowohl die Ichthyosis- wie die Pellagraborken lieferten Auszüge von deutlich saurer Beschaffenheit, und in letzteren fand SCHMETZER neben Leucin auch etwas Tyrosin, welches doch wohl nur durch einen theilweisen oder completen Verlust des Keratinmolecüles an der Tyrosin bildenden Gruppe entstanden zu denken ist. Aus den Beobachtungen von DE LUCA und mir[5]) über den Häutungsvorgang der Schlangen ergibt sich fernerhin, dass muthmaasslich auch die Keratine intra vitam einem hyalogenen Zerfalle unterliegen, während bis über den Harnstoff liefernden Atomcomplex, welcher das Eintreten der Biuretreaction bedingt, hinaus abgebaute Eiweissderivate (Chitin und Tunicin) nur bei keratinfreien Organismen gefunden worden sind, und eine so hochgradige Reduction des Keratinmolecüles bis zum Hervorgehen dieser den reinen Kohlehydraten schon sehr nahestehenden Producte danach ausgeschlossen erscheint. — Alle diese Erfahrungen mussten bei einer chemischen Untersuchung des fraglichen grauen Beschlags auf der Walfischhaut maassgebend werden.

Zur Ausführung der einzelnen Eiweissreactionen dienten hinreichend transparente Querschnitte der Haut, und wegen der Resistenz der Gewebe stellten sich auch bei den Proben, wo die Schnitte mit stärker alkalischen Flüssigkeiten, z. B. bei der Biuretreaction, längere Zeit hindurch gekocht werden oder wie bei FRÖHDE's Probe mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung treten mussten, der Ausführung keine Schwierigkeiten in den Weg. Aber weder die MILLON'sche noch die Biuret-Probe hatte ein positives Resultat zur Folge; die der Epidermis aufgelagerte Stäbchenschicht blieb bei beiden Reactionen, trotzdem sich dabei die unterliegenden Epidermisstraten ausnehmend stark geröthet zeigten, durchaus ungefärbt, und auch die durch FRÖHDE's Reagens (Molybdänsäure gelöst in conc. Schwefelsäure) bewirkte Bläuung war eine höchst schwache, nicht irgendwie vergleichbar derjenigen, welche die Zellenbestandtheile von unzweifelhaft keratinöser Beschaffenheit an dem Präparate darboten.

---

1) Vgl. KRUKENBERG, Vgl.-physiologische Vorträge. Bd. 1. Heft 6. Heidelberg 1886. S. 410.

2) KRUKENBERG, Chemische Untersuchungen zur wissenschaftlichen Medicin. Heft 1. Jena 1886. S. 1—49, u. Heft 2. 1888. S. 152—196.

3) W. KÜHNE u. R. H. CHITTENDEN, Ueber die Peptone. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 22. 1886. S. 450.

4) SCHLOSSBERGER, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 93. S. 342, u. E. F. v. GORUP-BESANEZ, Lehrb. d. physiol. Chemie. 3. Aufl. Braunschweig 1874. S. 666.

5) cf. KRUKENBERG, Ueber die Hyaline. Würzburg 1883.

Eine keratinöse Herkunft der stäbchenartigen Gebilde ist durch den negativen Ausfall dieser Reactionen vollkommen ausgeschlossen, und da sich dieselben bei weiteren Versuchen auch als unverdaubar durch Pepsin wie durch Trypsin erwiesen, bei etwa 10 Minuten lang fortgesetztem Kochen mit einer ca. 4%igen Schwefelsäure nicht in für Wasser lösliche Producte überzuführen waren, so konnten sie als einen Hauptbestandtheil auch kein Hyalogen oder ein Hyalin enthalten, sondern nur noch aus einer gegen Säuren wie Alkalien sehr widerstandsfähigen Cellulosenmodification bestehen.

Weder nach Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure, noch nach längerem Liegen in Kalilauge nahm die Stäbchenschicht, mit Jod-Jodkaliumlösung benetzt, eine wahrnehmbare Bläuung an, und es scheint mir somit ausgemacht zu sein, dass dieselbe so gut wie ganz nur aus jener besondern Varietät der Cellulose bestanden hat, welche von den Botanikern[1]) als Pilzcellulose bezeichnet wird und sich gerade durch ihr passives Verhalten den erwähnten chemischen Agentien gegenüber von den gewöhnlichen reinen Cellulosenmembranen unterscheidet. In den runden oder ovalen Flecken, welche durch diese Wucherungen auf der Walfischhaut hervorgebracht werden, manifestirt sich also eine jener parasitären Hautkrankheiten, welche man in der Pathologie unter der Bezeichnung »Dermatomykosen« zusammenfasst[2]), und es verdient vielleicht hervorgehoben zu werden, dass bei ähnlichen Leiden, welchen die Völkerschaften verschiedener Länder ausgesetzt sind (wie z. B. bei Tokelau-Ringworm, bei Cascadoe, bei der zuerst von Fox beschriebenen, auf der Kingmill-Gruppe und einigen benachbarten Inselgruppen des oceanischen Archipels endemisch herrschenden Hautkrankheit, wie auch bei der von Sigaud und Martius beschriebenen fleckigen Hautfärbung, welche unter einzelnen Indianertribus in Brasilien auftritt), in Folge der eingenisteten pflanzlichen Parasiten sich in ganz der nämlichen Weise eine mehr oder weniger regelmässige Fleckung, bisweilen auch auf der gesammten Körperoberfläche ausbildet.«

Diesen Untersuchungen zu Folge erscheint die pflanzliche Natur der Stäbchen ausser Frage gestellt.

Ziphius cavirostris.

Die Haut dieses Wales ist ziemlich abweichend gebaut von der des *Hyperoodon*. Eine Untersuchung über dieselbe liegt bis jetzt nicht vor.

Während bei *Hyperoodon* ein eigentliches Corium kaum zu constatiren ist, ist dasselbe bei *Ziphius* vorhanden, allerdings nur als sehr dünne, unter der Epidermis liegende Schicht, von einer Dicke von 0,3 mm. Der Papillenkörper ist seiner Structur nach ebenfalls als Corium zu bezeichnen. Die Dicke der Epidermis beträgt 1 mm, wovon auf das Stratum corneum 0,3 mm kommen. Die längsten Cutiszellen erreichen eine Höhe von 0,65 mm, zum Theil verlaufen sie verästelt. Auf Querschnitten sieht man, dass man es nicht mit cylindrischen Papillen, sondern mit Lamellen zu thun hat, welche sämmtlich nach einer Richtung ziehen und die grösste Breite von ein paar Millimetern erreichen können.

Die Farbe des mir vorliegenden Hautstückes ist ein mattes Hellgrau mit einer gelblichen Nüancirung. Der Bau der Speckschicht ist nicht wesentlich von dem bei *Hyperoodon* verschieden; auch hier umschliessen wellenförmig verlaufende Bindegewebszüge in reticulärem Verlauf grosse Maschenräume von Fettzellen. Unmittelbar unter der Epidermis ordnen sich diese Bindegewebszüge in horizontaler Richtung und

1) Vgl. A. Zimmermann, Morphologie u. Physiologie der Pflanzenzelle, in A. Schenk's Handbuch der Botanik. 3. Bd. 2. Hälfte. Breslau 1887. S. 625 u. 626.

2) Aug. Hirsch, Die chronischen Infections- u. Intoxicationskrankheiten, parasitären Wundkrankheiten u. chronischen Ernährungsanomalieen vom historisch-geogr. Standpunkte u. mit besond. Berücksichtigung der Aetiologie. 2. Aufl. Stuttgart 1883. S. 258—269.

geben nach oben Aeste ab, welche die einzelnen Papillen fast vollständig ausfüllen. Diesen Theil der Haut müssen wir als Corium bezeichnen.

Der Speck des mir vorliegenden Hautstückes ist völlig durchsetzt mit Kapseln, in denen sich *Cysticercen* befinden, doch ist der Erhaltungszustand nicht ein derartiger, dass eine eingehendere Untersuchung irgend welchen Erfolg verspräche. Der Grössendurchmesser dieser Kapseln kann bis 7 mm steigen.

Die Zellen des Rete Malpighii sind in der Tiefe langgestreckt, nach der Oberfläche zu flach. In ihrem Bau scheinen sie, soweit es sich beurtheilen lässt, mit den Retezellen bei *Hyperoodon* übereinzustimmen. Auch das durch ein dünnes Stratum lucidum getrennte Stratum corneum zeigt keinerlei Besonderheiten im Bau, von Interesse ist nur die Pigmentirung.

Pigmentirung.

Wie bei *Hyperoodon*, so liegt auch bei *Ziphius* sämmtliches Pigment in der Epidermis. Eigentliche Epidermiszellen, wie wir sie bei ersterem Wal in so grosser Anzahl antrafen, sind fast gar nicht vorhanden. Höchst selten sieht man in der epithelartig angeordneten Grenzschicht des Rete Malpighii gegen die Cutispapillen eine derartige verästelte Zelle. Fast das sämmtliche Pigment liegt in den Retezellen selbst. Am stärksten pigmentirt erscheinen die um die Papillen herum liegenden Zellen. Im Querschnitt wird also die Papille umrahmt von 2 senkrecht verlaufenden Pigmentstreifen. Diese Pigmentstreifen setzen sich nun durch das Rete Malpighii und Stratum corneum fort, wobei die Intensität etwas schwächer wird. Daraus lässt sich die eigenthümliche Zeichnung der Hautoberfläche erklären. Es sieht aus als ob das tief liegende die Papillen umgebende Pigment durch irgend eine Kraft an die Oberfläche gezogen wäre. Angedeutet findet sich dieses Verhalten übrigens schon in der Haut von *Hyperoodon*.

Als höchst bedeutsam erscheint es mir, dass ganz ausnahmslos die Lagerung der Pigmentkörnchen in der Zelle auch hier die einer halbkugeligen, den vorderen Pol des Kerns überdeckenden Kappe ist, ein Verhalten, wie ich es bereits von *Hyperoodon* angegeben habe.

Beluga leucas Gray.

Ueber den Bau der Haut dieses Wales findet sich in der Literatur nur eine kurze Notiz von Weber vor, der zu Folge zwischen Speck und Epidermis eine sehr deutliche, vollkommen fettfreie, ungefähr einen halben Centimeter dicke Lederhaut von ziemlich feinem, aber ausserordentlich zähem Gefüge vorkommt.

Die Haut des Weisswals erschien mir schon deshalb interessant, weil wir hier einen eclatanten Fall von Anpassung der Farbe vor uns haben. Der Weisswal ist vom fünften Lebensjahre an schneeweiss mit einem leichten gelblichen Tone. Sein Aufenthalt ist fast ausschliesslich das arctische Gebiet. Liegt er schlafend an der Oberfläche des Meeres, so ist er nicht leicht von einer treibenden, schneebedeckten Eisscholle zu unterscheiden. In seinen ersten Lebensjahren hingegen ist er dunkel gefärbt, zuerst dunkelbraun, später hellbraun bis grau, ja sogar kleine Embryonen von 20 cm Länge zeigen bereits Pigmente in der Haut. Der phylogenetische Schluss, dass der Weisswal von dunkler gefärbten Walthieren abstammt und die weisse Hautfarbe erst relativ spät erworben hat, erscheint daher ganz gerechtfertigt.

Eine Fülle gut conservirten Materiales hat mich in Stand gesetzt, Bau und Entwicklung der Weisswalhaut eingehend studiren zu können.

Embryonen von 20—30 cm Länge zeigen folgende Verhältnisse. Die Epidermis wird von der darunter liegenden bindegewebigen Schicht durch eine einfache Reihe quergestellter Zellen mit grossen,

ebenfalls vertical gestellten Kernen getrennt. Unter dieser Zellreihe liegt eine deutliche Membran. Die unter dieser Membran befindliche Schicht wird aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt. Die Hauptmasse bilden die geschwänzten Körperchen, oder fibroplastische Zellen, welche besonders dicht unter der Epidermis angehäuft liegen; es ist dies die dem späteren Corium entsprechende Lage.

In Bezug auf die Bildung des Bindegewebes stehen sich bekanntlich zwei Ansichten gegenüber; nach der einen entstehen die Bindegewebsbündel dadurch, dass die fibroplastischen Zellen durch Umwandlung des Protoplasmas sich zerfasern, nach der andern können sie sich ohne directe Theilnahme der Zellen in der Zwischensubstanz bilden. Erstere Ansicht ist besonders von Boll [1]) vertreten worden, letzterer huldigt Ranvier [2]). Selbstverständlich reichen meine eigenen Beobachtungen nicht aus, um irgendwelche Entscheidung zu treffen, doch möchte ich nicht ermangeln, auf einige Bilder hinzuweisen, welche zu Gunsten der ersten Ansicht zu sprechen scheinen. Mitunter sieht man nämlich ganz deutlich, wie eine Zelle von parallel verlaufenden Fasern umhüllt wird, die z. Th. mit dem Protoplasma derselben in directem Zusammenhang stehen. Damit soll indes nicht gesagt sein, dass nicht auch Bindegewebsfasern in der Zwischensubstanz entstehen können; der Unterschied in der Entstehung erscheint mir überhaupt nicht so fundamental, wenn man bedenkt, dass auch die Zwischensubstanz ihre Existenz der Thätigkeit der Zellen verdankt.

Ausser diesen geschwänzten Körperchen findet man hier und da rundliche Zellen vor mit amöboiden Fortsätzen, die dieselben als Wanderzellen characterisiren, ferner zerstreute Fettzellen. Besonders ausgeprägt erscheinen die bindegewebigen Züge in den tieferen Theilen der Schicht. Blutgefässe sind bereits ebenfalls zur Anlage gekommen, Nervenfasern waren nicht zu constatiren [3]).

Durch die bereits erwähnte Membran von dieser Schicht getrennt, folgt dann die Epidermis. Die oberen Schichten haben sich durch lamellöse Structur und Keratinisirung zur Hornschicht umgewandelt, darunter liegt eine Schicht von grösseren polygonalen Zellen und hierauf die epithelartig angeordnete Schicht grosser Zellen mit grossen Kernen. Zwischen den Zellen des Stratum corneum sowohl, wie zwischen denen des Rete Malpighii lagern hier und da zerstreute Pigmentzellen von ansehnlicher Grösse, stets mit deutlichem Kern versehen. In den Zellen der Epidermis selbst fehlt das Pigment durchaus.

Wenn wir uns nun die Haut eines jungen Weisswales vom dritten oder vierten Jahre betrachten, so sehen wir Folgendes. Nicht nur die Oberfläche, sondern auch die tieferen Schichten der Epidermis sind gleichmässig grau gefärbt. Die gesammte Dicke dieser Schicht beträgt 9 mm; es folgt hierauf eine hellere, etwa 1 mm dicke Schicht, das Corium, welches allmählig in die gelbe Speckschicht übergeht (siehe Taf. I Fig. 5). Von Wichtigkeit ist zunächst, dass es noch nicht zur scharfen Sonderung des Coriums von der darunter liegenden Schicht gekommen ist. Das microscopische Bild zeigt dicht unter der Epidermis dicke Bindegewebsbündel, die eine rein horizontale, sich rechtwinklig kreuzende Lage eingenommen haben; diese regelmässige Anordnung verschwindet etwas tiefer, indem vertical zur Oberfläche gestellte Bündel hinzutreten und das gesammte Bindegewebe mehr reticulär wird. Zugleich tritt eine Lockerung des gesammten Maschenwerks ein, zwischen welchem zahlreiche Fettzellen Platz finden.

---

1) F. Boll: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Gewebe. Berlin 1871. Dahin gehören ferner die Arbeiten von Schwann, Valentin etc.

2) Ranvier: Technisches Lehrbuch der Histologie. 1877. p. 378 u. folg.; siehe ferner die einschlägigen Arbeiten von: Henle, Reichert, Donders, Virchow, Gerlach, Kölliker etc.

3) Um alle diese Elemente gut zur Anschauung zu bringen, empfiehlt es sich, ein Stück embryonaler Haut mit Boraxcarmin zu färben, zu schneiden und die Schnitte auf 24 Stunden in einprocentige Ueberosmiumsäure einzulegen. Die protoplasmatischen Theile treten dadurch sehr deutlich hervor, während die Kernfärbung kaum alterirt erscheint.

Ausserordentlich lange, sehr dünne Papillarkörper erstrecken sich, dicht aneinander gedrängt, in die Epidermis hinein, allmählig immer feiner werdend, um in der Nähe des blattdünnen Stratum corneum zu enden. Erfüllt sind diese Papillen mit zarten bindegewebigen Strängen; Blutgefässe, welche überhaupt spärlich im Corium vorhanden sind, senden nur hier und da Aeste in den Papillarkörper hinein.

Die Epidermis besteht, wie bereits gesagt, der Hauptmasse nach aus dem Rete Malpighii, die papierdünne Hornschicht löst sich leicht von der Unterlage ab. Die Zellen des Rete sind in der Tiefe spindelförmig, mit der Hauptaxe senkrecht zur Oberfläche gerichtet, allmählig flachen sie sich mehr und mehr ab, um in der Nähe des Stratum corneum einen bedeutend grösseren horizontalen wie verticalen Durchmesser zu besitzen. Im feineren Bau gleichen die Retezellen den bereits bei *Hyperoodon* beschriebenenen, auch hier finden sich die fädigen, von einer Zelle zur andern ziehenden Differenzirungen vor.

Pigmentirung.

Der graue Farbenton der Epidermis wird durch Pigmenteinlagerungen hervorgerufen, welche wie bei *Hyperoodon* zweierlei Art sind. Die eigentlichen Pigmentzellen liegen als weitverästelte Körper zwischen den die Papillen umgebenden Retezellen. Am grössten und zahlreichsten sind sie an der Basis der Papillen, nach der Oberfläche zu verschwinden sie bald. Ferner findet sich noch Pigment in Gestalt feiner Körnchen in sämmtlichen Epidermiszellen. Besonders stark sind die die Papillen umgebenden Zellen pigmentirt, so dass durch die gesammte Epidermis hindurchziehende Pigmentcylinder entstehen, welche auf der Oberfläche jene eigenthümliche feine Tüpfelung hervorrufen, die auf Fig. 6, Taf. I angegeben ist. Wenn auch die Lagebeziehung dieses Pigmentes zum Kern nicht so scharf hervortritt wie bei *Hyperoodon* und *Ziphius*, so lässt sich doch auch hier ohne Schwierigkeit constatiren, dass es auf der dem Lichte zugewandten Seite den Kern umgiebt. Letzterer liegt nicht in der Mitte der Zelle, sondern an ihrem unteren, von der Oberfläche entfernteren Ende. Das Stratum mucosum zeigt nichts besonders Auffallendes.

Wesentlich verschieden ist das Bild, welches die Haut einer erwachsenen *Beluga* darbietet. Die Farbe ist ein etwas gelbliches Weiss, nur in der Tiefe der Epidermis, da, wo dieselbe an das Corium grenzt, findet sich eine schmale Zone grauen Tones.

Das Corium hat an Dicke ganz bedeutend zugenommen; während die Epidermis 11 mm dick ist, also nur sehr wenig im Verhältniss zum vorigen Stadium zugenommen hat, erreicht das Corium eine Stärke von 6 mm, also das Sechsfache wie in der Jugendzeit. Es besteht auch hier aus dicht aneinander gefügten horizontal verlaufenden, sich rechtwinklig kreuzenden Bindegewebsbündeln.

Das Pigment ist trotz der hellen Farbe der Haut durchaus noch nicht aus der Epidermis verschwunden. Die graue Zone, welche die Papillarkörper an ihrer Basis umgiebt, rührt von vereinzelten Pigmentzellen her, und schon die zwar sehr schwache, aber doch vorhandene Tüpfelung der Oberfläche zeigt, dass auch aus den Epidermiszellen selbst nicht alles Pigment verschwunden ist.

Höchst bemerkenswerth erscheint mir die Lagerung des Pigments in den Retezellen; während es in der Haut jüngerer Thiere noch kappenförmig, mit der convexen Seite dem Lichte zugewendet, dem Kern aufsass, liegt es in der Haut erwachsener Thiere gerade umgekehrt, unterhalb des Kernes. Dieser Befund erhöht die Wahrscheinlichkeit von Beziehungen zwischen Pigment und Kern um ein Beträchtliches.

Lagenorhynchus acutus Gray.

Von diesem Odontoceten stand mir ein 41 cm langer Embryo zur Verfügung, der als *Delphinus leucopleurus* bezeichnet war. Dem Vorgange Flower's [1]) folgend, wähle ich den älteren Gray'schen Namen *Lagenorhynchus acutus*. Das betreffende, in Spiritus conservirte Material zeigt bereits eine deutliche Differenzirung der Rücken- und Bauchhautfarbe. Letztere ist ganz hell, während der Rücken dunkelbraun gefärbt ist. Die microscopische Untersuchung ergiebt das vollständige Fehlen von Pigmenten in der Bauchhaut, während der Rücken stark pigmentirt ist. Zum Theil liegen diese Pigmentmassen als feine Körnchen in den Retezellen, kappenförmig den Kern umgebend, mit nach aussen gerichteter Convexität, zum Theil finden sich aber auch eigentliche Pigmentzellen vor. Dieselben sind von rundlicher Form, mit lappigen Fortsätzen versehen und von beträchtlicher Grösse. Ebensolche Pigmentzellen kommen in dem unter der Epidermis liegenden Bindegewebe in grosser Anzahl vor, und der Gedanke liegt daher nahe, dass sie aus tieferen Schichten in die Epidermis eingewandert sind.

Fötalhaare.

Lagenorhynchus gehört zu jenen Walen, welche in der Fötalzeit noch Reste eines ursprünglichen Haarkleides besitzen, und zwar sind dies auf der Oberlippe befindliche, bis 1 cm lange, in einer Reihe befindliche Schnurrhaare. Weber giebt für *Delphinus leucopleurus* 8 Borsten jederseits an, ich konnte indes diese Zahl nur auf einer Seite constatiren, auf der andern fanden sich nur 7.

Phocaena ventricosa.

An einem 45,5 cm langen, als *Phocaena ventricosa* bezeichneten Fötus ist die Färbung der Haut gut erhalten. Auf der Rückenseite ist dieselbe schwärzlich, auf der Bauchseite hell. Dementsprechend fehlen Pigmente auf der Bauchseite und sind nur auf der Rückenseite vorhanden.

Die bereits ziemlich langen Papillen stehen nicht immer, wie bei den anderen beschriebenen Walarten, senkrecht zur Oberfläche, sondern sind häufig zu derselben in schiefem Winkel gelagert. Die Pigmentirung tritt fast ausschliesslich in der einen Form der Körncheneinlagerungen in die Epidermiszellen auf. Auch hier zeigt sich jenes merkwürdige Verhalten, dass die Kerne dieser Zellen kappenförmige Pigmentumlagerungen haben, die nach der Oberfläche zu gerichtet sind.

Von Fötalhaaren fanden sich jederseits zwei, ein paar Millimeter lange, helle Borsten vor. Ihr feinerer Bau ist folgender. Wie bereits Weber des genaueren an Fötalhaaren von *Balaenoptera rostrata* und *Phocaena communis* beschrieben hat, fehlen Nerven, Muskeln und Talgdrüsen vollständig, so dass also diese Haare ohne weiteres als rudimentäre Gebilde angesprochen werden können. Die Haarpapille ist gegenüber den Weber'schen Angaben ziemlich ansehnlich entwickelt, und es ist auch, ebenfalls im Gegensatz zu dem Verhalten bei *Balaenoptera rostrata*, die äussere Wurzelscheide stark pigmentirt, und zwar sowohl durch eingelagerte Pigmentkörnchen, wie durch eigentliche Pigmentzellen. Der von Weber beschriebene

---

1) W. H. Flower: On the characters and divisions of the family Delphinidae. Proceedings of the Zoolog. Soc. of London 1883. p. 493.

Blutsinus zwischen der äusseren und inneren Lage des Haarbalges ist auch hier vorhanden. Indem beide Haarbalglagen durch bindegewebige Bündel miteinander verbunden sind, erhält dieser Blutsinus ein spongiöses Aussehen, wodurch, wie schon WEBER bemerkt, die Aehnlichkeit mit den Spürhaaren anderer Thiere eine grosse wird.

Auffällig erschien mir an meinem Exemplar, dass die Haut mit einer Unzahl kleiner kreisrunder Flecken übersät erschien. Unter dem Microscop zeigte sich eine eigenthümliche Umwandlung der Hornhautzellen an den betreffenden Stellen. Dieselben sind in den obersten Lagen blasig geworden, haben dadurch ihr Volum vermehrt und sind über die Oberfläche hinausgedrängt worden.

Etwas Weiteres über Bedeutung oder Entstehung dieser Gebilde konnte ich nicht in Erfahrung bringen.

Globiocephalus melas.

Die Haut von *Globiocephalus melas* ist zuerst von MURIE [1]) und später eingehender von FJELSTRUP [2]) behandelt worden. Meine eigenen Untersuchungen ergeben nichts wesentlich Abweichendes von den Angaben des letzteren Autors.

Die Fötalhaare waren an den kleineren Föten noch nicht vorhanden, erst die beiden grössten Stadien zeigten 5 und 5, sowie 5 und 4 kurze helle Borsten an der Oberlippe. Wie bei *Lagenorhynchus acutus*, so scheint auch hier die Zahl der Fötalhaare, allerdings innerhalb sehr enger Grenzen, zu schwanken, und ich glaube mit ESCHRICHT [3]), dass man in der Zahl und Anordnung der Fötalhaare ein gutes Hilfsmittel zur Bestimmung der Art des Delphinfötus hat.

An erwachsenen *Globiocephalen* hat FJELSTRUP eigenthümliche kreisförmige Porenfiguren beobachtet. Da ich darüber keine eigenen Untersuchungen angestellt habe, lasse ich die Worte dieses Autors anbei folgen: »Bei den meisten in Midvåg getödteten Globiocephalen zeigte die Haut, zumal in der Unter- und Oberkieferregion, eine Menge kreisförmiger Porenfiguren, an Grösse und Anordnung individuell sehr verschieden. Die Kreise haben meistens einen Diameter von 0,5—1 cm, einzelne bis über 1,5 cm. Die Anzahl der Poren in jedem Kreise variirt der Grösse gemäss von etwa 20—50; ihr Diameter ist durchschnittlich 0,16 mm. Es finden sich sowohl unvollständige, sich schneidende oder beinahe concentrische Kreise als vereinzelte Poren. Die Unterfläche des abgelösten Stratum corneum ist mit kegelförmigen Erhabenheiten, die den Poren entsprechen und in das weiche Stratum mucosum eingesenkt gewesen, versehen. An den Embryonen ist nichts Aehnliches zu entdecken.«

Und ferner: »Weiter hat WEBER bei einem erwachsenen *Balaenoptera Sibbaldii* bemerkt » »die Haut am Mundwinkel wie von zahlreichen, feinen Löchern durchbohrt .... in zwei Reihen« «, ferner dass » »jedes der Löcher sich fortsetzt in Gestalt eines Kegels« « uud » »diese Kegel bleiben stets an der Hornlage hängen und lassen sich mit dieser leicht von der darunter liegenden Epidermis abheben etc.« «.

Zweifelsohne sind sowohl die von BENNET erwähnten Porenkreise als auch die von WEBER beschriebenen Löcherreihen dasselbe, was ich beim *Globiocephalus melas* bemerkt. Dünne Verticalschnitte zeigen unter dem Microscope, dass die Poren etwa 0,3 mm tief sind, und dass die hohlen Kegel von den pigmenthaltigen Zellenschichten des Stratum corneum gebildet werden. In der Tiefe jedes Hohlkegels ist eine Anzahl unregelmässig zusammengestellter Epidermiszellen zu finden. Dies stimmt mit der Beschreibung WEBER's von den Löchern beim *Balaenoptera Sibbaldii* genau überein.

---

1) MURIE: On the organization of the caainy whale. Transact. Zoolog. Soc. London. VIII. 1874.

2) FJELSTRUP: Ueber den Bau der Haut bei Globiocephalus melas. Zoolog. Anzeiger. 1888. p. 11 u. folg.

3) ESCHRICHT: Untersuchungen über die nordischen Walthiere. Leipzig 1849.

Wiefern diese Poren, wie schon von BENNET angedeutet und von WEBER genauer präcisirt, als Haarrudimente oder leere Haarfollikel aufzufassen sind, oder ob sie vielleicht anders gedeutet werden können, ist mir zur Zeit unmöglich zu entscheiden.‹

Vergleichende Zusammenfassung.

In Folgendem soll versucht werden, voranstehende Untersuchungen sowie die bisherigen Angaben anderer Autoren zusammenzufassen, um ein möglichst einheitliches Bild vom Bau der Walfischhaut zu gewinnen.

Die *Cetaceenhaut* ist von der typischen Säugerhaut ziemlich verschieden. Die Veränderungen, welche sie erlitten hat, sind in erster Linie auf die Anpassung ans Wasserleben zurückzuführen. Als eines der wesentlichsten Merkmale fällt zunächst der Mangel an Haaren auf, dieselben finden sich nur sehr vereinzelt bei einigen Species in dem erwachsenem Zustande vor [1]). Dafür, dass die Vorfahren der heutigen *Cetaceen* ein Haarkleid besessen haben müssen, spricht der Umstand, dass in der Fötalzeit auch bei solchen Walen Haare vorkommen, bei denen sie im erwachsenen Zustande fehlen. Diese fötalen Haare befinden sich fast ausschliesslich an der Oberlippe und haben bei den verschiedenen Arten eine ziemlich constante Anordnung und Zahl, so dass sie zur Bestimmung von Embryonen verwerthet werden können [2]).

---

1) Die älteren Mittheilungen über diesen Punkt sind bereits von ESCHRICHT (Untersuchungen über die nordischen Walthiere, Leipzig 1849, p. 71 u. f.) gesammelt worden. So berichtet MARTENS (Spitzbergische oder Grönländische Reisebeschreibung gethan im Jahre 1671. Hamburg 1675) von Haaren an der Ober- wie Unterlippe der *Balaena mysticetus,* desgl. ZORGDRAGER (Bloeijende Opkomst der Aloude en Hedendaagsche groenlandsche Visscherij. Amsterdam 1720). Ebenso sprachen sich SCORESBY (An account of the arctic regions with a history and description of the northern whale-fishery. Edinburg 1820) und PETER CAMPER (Observations anatomiques sur la structure intérieure et le squelette de plusieurs espèces de Cétacés publiées par son fils ADRIEN-GHILLES CAMPER avec des notes par M. G. CUVIER. Paris 1820) für das Vorkommen von Haaren bei erwachsenen Cetaceen aus. Von der von RUDOLPHI (Ueber *Balaena longimana*, Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1820. Berlin 1832) beschriebenen *Balaena longimana* wird angegeben, dass am Unterkiefer lange Haare gestanden hätten. ESCHRICHT (Unters. über die nord. Walthiere. 1849) giebt vom *Keporkak* (*Megaptera boops*) Folgendes an: »Um so gewisser ist es hingegen, dass beim *Keporkak* nicht nur die Haare an erwachsenen Thieren, und zwar an denselben Stellen wie bei den Fötus vorhanden sind, sondern auch dass die Hautknollen, woraus die Haare hervortreten, bei ihnen sich so beträchtlich entwickeln, dass sie etwa einen Zoll im Durchmesser erhalten«, und ferner: »dass auch am Grönlandswal und an dem Walfisch der Südsee die Haare wenigstens zum Theil bleibend seien, namentlich an der Schnauzenspitze, habe ich zum Theil durch eigene Beobachtungen an Exemplaren von Grönland und der Südsee bestätigt gefunden. Auffallend ist es mir gewesen, dass ich in den äusseren Gehörgängen nicht nur eines Fötus vom südlichen Walfisch, sondern auch in denen eines erwachsenen Grönlandswals ein einzelnes dickes Haar sitzend gefunden habe, welches am alten Thiere etwa 1 Zoll aus der äusseren Gehöröffnung hervorstand.«

Spätere Untersucher haben das Vorkommen von Haaren an erwachsenen Bartenwalen ebenfalls bestätigt. So SARS (Christiania Vidensk. Selsk. Forhandlinger. 1880. No. 12) bei *Megaptera boops* und *Balaenoptera musculus,* bei letzterer Art auch FLOWER (Kosmos. Jahrg. VII. Heft 5). Hierhin würden auch eventuell WEBER's Angaben über die Löcher am Mundwinkel von *Balaenoptera Sibbaldii* gehören (WEBER: Studien über Säugethiere. 1886. p. 38). Von *Odontoceten,* welche im erwachsenen Zustande Haare tragen, wäre *Inia* anzuführen, von der ESCHRICHT sagt: »Inzwischen haben wir wenigstens an den *Inia* ein Beispiel, dass auch erwachsene Delphine mit dergleichen Haaren versehen sein können, welche höchst wahrscheinlich vom Fötusalter herrühren oder allenfalls selbige an Ort und Stelle ersetzen.«

2) Die erste Abbildung dieser Fötalhaare gab KLEIN (Historiae piscium naturalis promovendae. Gedani 1740 und 1741); ebenso wurden sie von PETER CAMPER beschrieben. Von ROUSSEAU (Ann. des Scienc. nat. XXI. 1830) wurden sie bei *Phocaena communis* von neuem entdeckt, ein Befund, den RAPP (Die Cetaceen zoologisch-anatomisch dargestellt. Stuttgart und Tübingen 1837) bestätigte. ESCHRICHT (l. c.) vermehrte die Angaben über das Vorkommen von Fötalhaaren und verallgemeinerte diesen Punkt dahin: »Viel wichtiger ist aber der Umstand, dass die Zahl dieser Haare bei jeder Art ebenso constant ist, als die Stelle und die Ordnung, die sie einnehmen. Durch die vielfältigen Beobachtungen, welche ich hierüber angestellt, bin ich überzeugt worden, dass man an ihnen ein sehr gutes Hilfsmittel hat, um die Art des Delphinfötus zu bestimmen, wie dies bereits aus dem Angeführten hervorgeht.» WEBER (l. c. p. 36) hat ebenfalls den Fötalhaaren Beachtung geschenkt und einige neue Angaben gemacht, desgleichen FJELSTRUP (l. c.) und ich selbst. Fasst man alle diese Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich für

Der feinere Bau dieser Haare, der im Wesentlichen von Weber festgestellt, von mir nachuntersucht wurde, zeigt, dass wir es mit hochentwickelten Haaren, mit deutlicher Haarpapille und einem zwischen äusserer und innerer Haarbalglage befindlichen Blutsinus zu thun haben, nur das Fehlen von Talgdrüsen, von Nerven und Muskeln deutet das Rudimentärwerden dieser Gebilde an. Der sonstige Bau wie die Lage lassen diese Haare als Spürhaare auffassen. Weber (l. c. p. 40) sagt darüber: »Das alte Gesetz findet sich demgemäss auch hier wieder bestätigt, dass, wenn Haare verschwinden, die um die Mundgegend: die Spürhaare es zuletzt thun, wie sie denn auch am ersten entstanden sind.«

»Der Schluss ist mithin berechtigt, dass die *Cetaceen* von Thieren abstammen, bei denen Spürhaare gut und in grosser Zahl entwickelt waren.«

Dieser Auffassung stimme ich vollkommen bei.

Hingegen möchte ich den Ausführungen dieses Autors, nach welchen eigenthümliche, von Hornhautzellen gebildete, in die darunter liegende Schicht eingesenkte Zapfen als rudimentäre Haare aufzufassen sind, nicht unbedingt folgen. Diese eigenthümlichen Gebilde, welche ähnlich auch von Fjelstrup bei *Globiocephalus melas* beschrieben worden sind, haben nach Weber folgenden Bau: »Beim erwachsenen Thier von *Balaenoptera Sibbaldii*, dem Haare fehlen, ist die Haut am Mundwinkel wie von zahlreichen, feinen Löchern durchbohrt. Diese Löcher sind unregelmässig in zwei Reihen vorhanden und stehen zum Theil sehr dicht nebeneinander, im Mittel sind sie nur 4 mm voneinander entfernt. Meistens steht das Loch senkrecht zur Oberfläche der Haut, zuweilen jedoch auch schräg. Jedes Loch, dessen Weite gleichkommt der Dicke eines Nadelkopfes, ist umgeben von einem senkrecht aufstehenden Walle, gleichsam einem kleinen Schornstein, der sehr niedrig ist.«

»Hat sich, wie es meistens geschieht, die Hornschicht der Epidermis losgelöst von der darunter liegenden saftreichen Epidermis, so bemerkt man auf der Oberfläche der letzteren Gruben, die den genannten Löchern entsprechen, jedoch viel weiter sind. Dies beruht darauf, dass jedes der oben beschriebenen Löcher sich fortsetzt in Gestalt einer soliden Röhre oder eines Kegels, der in die Gruben passt. Diese Kegel bleiben stets an der Hornlage hängen und lassen sich mit dieser leicht von der darunter liegenden Epidermis abheben, wobei sie aus den Gruben herausgezogen werden. Die Kegel können bis zu 2 mm dick werden. Inwendig enthalten sie einen centralen Kern von Epithelzellen, unregelmässig von Form, die einen Haufen bilden und Farbstoffe nur wenig und sehr ungleich annehmen. Um diesen Haufen bilden andere Epithelzellen, als Fortsetzung der Hornschicht, mehrere concentrische Lagen.«

Fjelstrup spricht sich in seiner bereits citirten Bemerkung über die Bedeutung ganz ähnlicher Ge-

---

die Anordnung und Zahl der Haare eine ziemliche Constanz, die sie zur Bestimmung von Embryonen wohl verwerthbar erscheinen lässt. Demnach hätte im Embryonalzustand:

Delphinus delphis jederseits 6 Haare (Camper, Weber),
Phocaena communis jederseits 2 Haare (Klein, Camper, Rousseau, Rapp, Eschricht, Weber),
Phocaena ventricosa jederseits 2 Haare (Kükenthal),
Delphinus leucopleurus jederseits 8 Haare (Eschricht, Weber),
und 7 Haare (Kükenthal),
Globiocephalus melas jederseits 3 Haare (Eschricht),
jederseits 6 Haare (Weber),
jederseits 5 oder jederseits 4 Haare (Fjelstrup),
jederseits 5 oder 5 und 4 Haare (Kükenthal),
Globiocephalus chinensis jederseits 6 Haare (Weber),
Beluga leucas keine Haare (Eschricht, Weber, Kükenthal),
Monodon monoceros keine Haare (Eschricht, Weber).

bilde bei *Globiocephalus melas* ziemlich reservirt aus, VAN BAMBEKE [1]) billigt diese Reserve: „Je ne puis qu'approuver cette réserve, tout en faisant remarquer que, dans les faits observés par l'auteur chez le *Globiocephale* on peut exclure très probablement l'hypothèse d'après laquelle il s'agirait de follicules ayant renfermé les poils foetaux."

Obgleich sich meine eigenen Untersuchungen nicht auf diese eigenthümlichen Hautgebilde erstreckt haben, so möchte ich doch VAN BAMBEKE beistimmen, besonders nachdem ich an einem Fötus von *Phocaena ventricosa* ebenfalls kreisförmige Wucherungen angetroffen habe, die allerdings in diesem Falle keine Epithelzapfen bilden, sondern nach aussen gehen.

Etwas Sicheres über die Bedeutung dieser Gebilde lässt sich also vor der Hand nicht aussagen.

Ein weiteres characteristisches Merkmal der Cetaceenhaut ist das vollständige Fehlen von **Drüsen.** Eine einzige Angabe, von MURIE [2]) herrührend, behauptet das Vorhandensein von Talgdrüsen an der Vulva von *Globiocephalus melas* (?), der bei CARUS und OTTO [3]) vorhandene Irrthum, dass bei *Phocaena communis* eine Glandula analis vorkommen soll, ist von WEBER aufgedeckt, und die vermeintliche Drüse als Hautgrube, in welcher die männlichen Zitzenrudimente ruhen, erkannt worden.

Ferner hat sich bereits WEBER energisch gegen die Ansicht gewandt, dass die Wale eine dicke Lederhaut besässen (vergl. z. B. CLAUS: Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl. p. 419). Ein eigentliches, scharf abgegrenztes Corium fehlt den meisten Cetaceen, indem die Fettzellen bis dicht an die Epidermis herantreten, nur eine schmale Zone sowie der Papillarkörper enthält dichter aneinander gedrängte Bindegewebsstränge und kann als Corium angesprochen werden. Schon LEYDIG [4]) hat auf diese geringe Ausbildung hingewiesen. Nur einige Wale besitzen eine stärker entwickelte Lederhaut. Sehr schön lässt sich die allmählige Ausbildung dieser Schicht vergleichend-anatomisch an *Hyperoodon*, *Ziphius* und *Beluga*, an letzterer auch entwicklungsgeschichtlich verfolgen. An Stelle des reticulären Bindegewebes treten mehr horizontal verlaufende Züge, welche so dicht aneinander gedrängt sind, dass Fettzellen nicht mehr dazwischen angehäuft werden können. Die Thatsache, dass bei *Beluga* die starke Ausbildung einer Lederhaut erst älteren Individuen zukommt, indem sie die sechsfache Dicke besitzt als jüngere Thiere, zeigt meines Erachtens, dass wir hier eine Anpassung vor uns haben. Wodurch dieselbe entstanden ist, ist schwer zu erklären. *Beluga leucas* und *Monodon monoceros* sind so ziemlich die einzigen Wale, deren Lederhaut dicht und stark genug ist, um practisch verwerthet zu werden, beide sind echt arctische, zwischen Eis lebende Thiere, und es hat der Gedanke daher manches für sich, dass diese Ausbildung des Coriums mit dem Bestreben, die Wärmeausstrahlung zu vermindern, im Zusammenhange steht. Dies wird ja bei allen Walen ohne Zweifel bereits durch die ansehnliche Specklage geschehen, diese ist aber bei *Monodon* wie *Beluga* eine verhältnissmässig nicht allzu starke zu nennen, was wiederum aus der Lebensweise dieser Thiere zu erklären ist. Als Fische jagende Wale besitzen sie eine ausserordentliche Behendigkeit und Gewandtheit, welche durch den Ballast einer dicken Speckhülle sicherlich gemindert würde. Wir hätten also, wenn meine Vermuthung richtig ist, den Fall vor uns, dass ein stärker entwickeltes Corium an Stelle des darunter liegenden Fettkörpers tritt, um Wärmeausstrahlung zu verhindern. Dies ist indes, wie gesagt, nur eine Idee, es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass ganz andere Gründe eine derartige Coriumentwicklung bewirkt haben.

---

1) VAN BAMBEKE: Sur des follicules rencontrés dans l'epiderme de la machoire supérieure chez le Tursiops tursio. Bruxelles 1888.

2) MURIE: On the organization of the caainy whale. Transactions Zool. Soc. London. Vol. VII.

3) CARUS & OTTO: Tab. anat. comp. illustr. Pars V. Tafel IX. pag. 13.

4) LEYDIG: MÜLLER's Archiv 1859.

In Bezug auf die **Pigmentirung** lässt sich jetzt ganz allgemein behaupten, dass dieselbe in der Haut der *Cetaceen* zweierlei Art ist; es sind nämlich einmal eigentliche Pigmentzellen, dann aber auch pigmentirte Retezellen vorhanden. Ueber die Herkunft des Pigmentes giebt WEBER Folgendes an: »An keinem Orte (bei einem Fötus von *Balaenoptera rostrata*) sah ich Pigment in der Lederhaut liegen, wie TULLBERG es bei den Barten sah. Von Einwanderung der Pigmentzellen von der Lederhaut her in die Epidermis war hier mithin keine Sprache«. Meine eigenen Untersuchungen haben mich im Gegentheil zu der Ansicht geführt, dass sämmtliches in der Epidermis liegende Pigment von tieferen Schichten her eingewandert ist. Als Gründe für diese Auffassung führe ich folgende Befunde an: Bei Embryonen sehe ich mit Pigment beladene amöboide Zellen in grossen Massen im subcutanen Bindegewebe. Einzelne dieser Zellen liegen bereits in der Epidermis und haben sich zwischen die Zellen dieser Schicht mit langen feinen Ausläufern hereingedrängt. In jüngeren Stadien ist dies das einzige Vorkommniss von Pigment in der Epidermis, erst in älteren sieht man auch Pigmentkörnchen in den Retezellen liegen. Auf der Bauchseite der meisten *Cetaceen* fehlt die Pigmentirung der Retezellen fast vollständig, es sind nur Pigmentzellen vorhanden, während sich auf der Rückenseite beides vorfindet. Die Aufnahme von Pigmentkörnchen in die Retezellen muss also jedenfalls unter dem Einflusse des Lichtes erfolgen. — Es ist hier ganz am Platze, einen kurzen Ueberblick über den jetzigen Stand der Pigmentfrage zu geben:

In Bezug auf die Herkunft des Hautpigments der Wirbelthiere neigt man mehr und mehr der Ansicht zu, zu der auch ich durch meine Untersuchungen gekommen bin, dass die Pigmentzellen aus dem Corium in die Epidermis einwandern. KÖLLIKER (Würzburger naturh. Zeitschrift Bd. I. 1860 p. 13) war der erste, welcher dies aussprach; KERBERT (Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbelthiere, Arch. f. mikrosk. Anatomie XIII. 1876) fand es in der Haut bei *Lacerta* und beim Hühnchen, aber erst AEBY verallgemeinerte diese Anschauung (Die Herkunft des Pigmentes im Epithel. Centralblatt f. die medic. Wissenschaft 1885 No. 16 p. 273—275) und stellte die Behauptung auf, dass im Epithel kein Pigment gebildet wird, wo solches auftritt, geschieht es auf dem Wege der Einwanderung von Seiten des benachbarten Bindegewebes her; als Träger des Pigmentes dienen Wanderzellen.

Specielle Untersuchungen wurden angestellt von G. RIEHL (Vierteljahrsschrift f. Dermatol. u. Syphilis 1884 p. 33), welcher die Pigmentzellen des Haares als aus der Cutis eingewandert ansieht, und KARY (Ueber Hautpigment und Ernährung der Epidermis, Anatom. Anzeiger 1887 p. 377). Auf Grund von experimentellen Studien — es wurde weisse Haut auf einen Neger transplantirt und, nachdem sie angeheilt war, in kleinen Stücken excidirt — kommt KARY zu folgenden Resultaten: »Das Pigment tritt zuerst auf in Form feiner und dickerer, zwischen den Epithelzellen liegender Fäden, die oft mit einer kleinen knopfförmigen Anschwellung enden. Dieselben liegen in dem Kanalsystem, das zwischen den Stacheln der Riffzellen besteht. Die Epithelzellen selbst sind an diesen Stellen des ersten Auftretens des Pigmentes noch vollständig pigmentfrei. Ist der Process weiter fortgeschritten, so findet sich in den tieferen Lagen der Epidermis ein ausserordentlich dichtes und zierliches Netz schwarzer Fäden, welche die Epithelzellen umspinnen, und jetzt finden sich auch in den Epithelzellen feinste schwarze, den Zellgranulis entsprechende Körnchen, von denen wir annehmen müssen, dass sie von den Fäden aus in die Epithelzellen secundär übergetreten sind. Diese Fäden erweisen sich als die Ausläufer von Zellen, die an der Grenze von Rete Malpighii und Cutis liegen. Ausser diesen Pigmentzellen (Chromatophoren) finden sich auch in der Cutis ziemlich zahlreiche mit Pigment beladene, aber nicht mit Ausläufern versehene Zellen«. — Was hier von KARY für die Herkunft des Pigmentes der menschlichen Haut angegeben wird, ist ganz dasselbe, was ich bei der Cetaceenhaut gefunden habe. Die Untersuchungen KÖLLIKER's (Woher stammt das Pigment in den Epidermisgebilden? Anat. Anzeiger 1887 p. 483) führen zu denselben Resultaten: »Die Färbungen der Oberhaut rühren in sehr seltenen Fällen und nur, wenn sie wenig ausgeprägt sind, einzig und allein oder sehr vorwiegend von den genannten, ihre tiefen Lagen einnehmenden Pigmentzellen her, wie in der Haut des Dromedars. Bei allen Geschöpfen dagegen, bei denen die Epidermisgebilde dunkler gefärbt sind, geben die verzweigten Pigmentzellen höher oben ihr Pigment in das Innere der Epidermiszellen ab, welches dann meist um den Kern, und zwar, wie schon AEBY sagt, an der distalen Seite desselben sich anhäuft«.

Von hohem Interesse scheint es mir, dieser Frage auch bei den Wirbellosen näher zu treten. In dieser Hinsicht ist das Beste und Zusammenfassendste das betreffende Capitel in H. EISIG's Monographie der *Capitelliden*, Neapel 1887. EISIG betont zunächst die Beziehungen zwischen Pigment und Excret und kommt zum Schlusse, dass beides in vielen Fällen identisch ist. Dass die Hautfärbung von der Nahrung abhängig sein kann, wird durch die experimentelle Untersuchung erwiesen; danach wird das von dem Thier gefressene Karmin resorbirt und ein Theil des Farbstoffes theils durch die Nephridien, theils durch die Borstendrüsen in die Haut ausgeschieden. Meine eigenen Untersuchungen (Beobachtungen am Regenwurm, von WILLY KÜKENTHAL. Biolog. Centralblatt 1887), welche sich unter anderm auch mit der Karminfütterung der *Regenwürmer* beschäftigten, ergaben, dass der Farbstoff durch Wanderzellen in die Haut gebracht und dort deponirt wird.

Es würde daher bei Wirbellosen wie bei Wirbelthieren der ganz gleiche Vorgang sich wiederholen, dass das Pigment durch Wanderzellen in dem Integument abgelagert wird. In vielen Fällen wird das Pigment bei beiden nur als Excret aufzufassen sein.

Was mir bei meinen Untersuchungen noch erwähnenswerth erscheint, ist der Einfluss, den das Licht auf die Pigmentirung haben muss. Während nämlich die eigentlichen Pigmentzellen den langen Papillarkörper cylindrisch umgeben, zieht sich von diesem Cylinder eine Säule von stark pigmentirten Retezellen senkrecht zur Oberfläche, indes die dazwischen liegenden Zellen mehr oder weniger unpigmentirt erscheinen. Es sieht geradezu aus, als ob einzelne Theile der die Papillen umgebenden Pigmentzellen von irgend welcher von aussen wirkenden Kraft direct nach der Oberfläche zu gezogen wären. Dieses eigenthümliche Verhalten findet sich an der Bauchseite nicht, sondern nur an dem dem Lichte besonders exponirten Rücken.

Ein zweites Moment, welches eine Einwirkung des Lichtes noch wahrscheinlicher macht, tritt dadurch hinzu, dass die Pigmentkörnchen in jeder Retezelle eine ganz bestimmte Lage einnehmen (dies ist Aeby wie Kölliker aufgefallen), sie sind nämlich zu Kappen zusammengeballt, welche den Kern auf seiner der Oberfläche, d. h. dem Lichte, zugewandten Seite umgeben. Diese Pigmentkappen sind im Rete Malpighii sämmtlicher von mir untersuchten Cetaceen ausnahmslos vorhanden. Es hat ganz den Anschein, als ob der Kern vor der directen Einwirkung des Lichtes geschützt werden sollte. Welcher Art diese Beziehungen zwischen Kern und Pigment sind, vermag ich natürlich nicht zu entscheiden, ich darf indess wohl an die Ausführungen von Kary [1]) erinnern: »Diesen pigmentbringenden Zellen und ihren Ausläufern muss eine grosse Rolle für die Ernährung der Epidermis zugeschrieben werden. Solange als das Fasernetz fehlt, zeigen die Epithelzellen der transplantirten Haut alle Characteristica einer schlechten und ungenügenden Ernährung. Der Epithelsaum ist dünn, oft ausserordentlich schmal. Die Zellen selbst nehmen häufig eine Kernfärbung nur schlecht an, und in den Zellen auftretende Vacuolen und Fetttröpfchen deuten auf Degenerationsvorgänge in denselben. Alles dies ändert sich, nachdem die Pigmentzellen aufgetreten sind, Die Epithelzellen haben jetzt das Aussehen jugendlicher Zellen. Zahlreiche, in den tiefsten Schichten der Epidermis vorhandene karyokinetische Figuren deuten auf energische Wucherungsvorgänge, die unter Umständen sogar zu dem Auftreten atypischer Bildungen, Epithelperlen, führen können, wie man sie in einem beginnenden Hautcarcinom findet«.

Spielt also das Pigment für die Ernährung der Haut unter Umständen eine wichtige Rolle, so würde, wenn dies bei den Cetaceen ebenfalls der Fall ist, der Kern, um welchen das Pigment sich lagert, für den Stoffwechsel der Zelle vielleicht von hoher Bedeutung sein. Dies ist indes nur eine Vermuthung, die erst nachzuweisen wäre.

Um nochmals auf die Beziehung zwischen Licht und Pigment zurückzukommen, möchte ich zum Schlusse die Thatsache anführen, dass die wenigen Reste von Pigmentkörnchen, welche sich in der weissen Haut der erwachsenen *Beluga* vorfinden, gerade am entgegengesetzten Pole des Kerns gelagert sind, wie in der braunen oder grauen Haut der jüngeren Individuen.

Eine kurze Zusammenfassung der charakteristischen Eigenthümlichkeiten der *Cetaceenhaut* gegenüber der anderer Säuger ergiebt in Uebereinstimmung mit Weber's Ausführungen Folgendes:

1) Der Haut der *Cetaceen* fehlt in den meisten Fällen das Corium fast vollständig, das Stratum corneum ist sehr dünn, das Rete Malpighii stark entwickelt und von sehr langen Papillen durchzogen.

---

1) Anatom. Anzeiger 1887 p. 379.

2) Hautdrüsen fehlen vollständig, ebenso fehlt glatte Musculatur; Hautnerven sind spärlich vorhanden.

3) Bei den meisten *Cetaceen* fehlen Haare vollständig, nur bei einigen sind im erwachsenen Zustande einige Borsten, meist am Oberkiefer, vorhanden. Im Fötalleben finden sich auch bei solchen Species Haare von ziemlich constanter Zahl und Anordnung in der Mundgegend, denen sie im erwachsenen Zustande abgehen. Einige Wale sind auch im Fötalleben gänzlich haarlos. Die vorhandenen Haare sind nach dem Typus der Spürhaare gebaut.

Es lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass die Cetaceen von Säugethieren abstammen, welche ein Haarkleid besessen haben. Die Verschiedenheiten des Baues von der typischen Säugerhaut sind auf die tiefgreifenden Umwandlungen zurückzuführen, welche die *Cetaceenhaut* durch Anpassung an das Leben im Wasser erlitten hat.

Die Hand der Cetaceen.

Die Vorderextremität der *Cetaceen* ist ein in vergleichend-anatomischer Hinsicht sehr werthvolles Organ. Haben wir es doch hier mit der Umbildung der typischen Vorderextremität landbewohnender Säugethiere zu einer Schwimmflosse zu thun. Es ist daher auch bereits seit langem dieses Organ der Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Dennoch ist der letzte Bearbeiter, M. Weber, genöthigt zu schreiben: »Bekanntlich herrscht über die Zusammensetzung des Carpus der *Cetaceen* noch keine Einigkeit, was auch schwerlich der Fall sein kann, solange man die Carpalelemente nur ungenügend kennt und nicht besser orientirt ist, selbst über den Bau des Carpus beim erwachsenen und jungen Thiere.«

Vor allem ist die Beschaffung eines geeigneten Materiales sehr schwierig. Als geeignetes Material bezeichne ich frische oder wenigstens feucht aufbewahrte Vorderextremitäten, da ich im Verlauf meiner Arbeit zur Genüge darzuthun habe, wie leicht sich durch Untersuchung macerirter Hände Irrthümer einschleichen. Derartige frische Hände kann man sich aber nur an Ort und Stelle verschaffen. Ein Gleiches gilt auch von gut erhaltenen Walembryonen.

Da ich in der glücklichen Lage bin, ein diesen Zwecken durchaus entsprechendes Material zu besitzen, so glaube ich in vorliegender Arbeit einiges Neue bringen zu können.

Was bis jetzt über die Hand der *Cetaceen* bekannt ist, hat Weber [1]) in einer vortrefflichen Arbeit zusammengefasst. Ohne auf jene Autoren einzugehen, welche nur vereinzelte Angaben bringen, will ich hier noch die hauptsächlichsten Untersuchungen über die Vorderextremität der Wale kurz erwähnen.

Wenn auch eine genauere Kenntniss der Walflosse erst der neuesten Zeit vorbehalten blieb, so vermochte doch schon Gegenbaur [2]) den auch jetzt noch allgemein gültigen Satz aufzustellen, dass die drei typischen Stücke des ersten Abschnittes im Carpus bei Delphinen durch die theilweise Einlagerung des Intermedium zwischen die Enden von Radius und Ulna ganz ursprüngliche Verhältnisse bieten. Indem er den Säugethiercarpus dahin characterisirte: »Bei allen Säugethieren kommt für das vierte und fünfte Metacarpale nur ein Carpale vor, das Os hamatum, eine Erscheinung, für die weder bei Amphibien noch bei Reptilien eine Analogie sich findet, die also für die Säugethiere characteristisch ist«, formulirte er nur die damalige Kenntniss vom Carpus der Säugethiere. Die Angaben Bardeleben's [3]), Turner's [4]) und meine

1) Weber, M.: Anatomisches über Cetaceen. I. Ueber den Carpus der *Cetaceen*. Morph. Jahrb. 1888 p. 616.

2) Gegenbaur: Untersuch. z. vergl. Anatomie der Wirbelthiere. I. Carpus und Tarsus. 1864. p. 48.

3) Bardeleben: Zur Morphologie des Hand- und Fussskelets. Sitzungsber. der Jenaischen Gesellsch. f. Medicin u. Naturwissensch. Jahrg. 1885. Sitzung am 15. Mai 1885, und Ueber neue Bestandtheile der Hand- und Fusswurzel der Säugethiere etc. Ibid. Sitzung am 30. October 1885.

4) Turner, W.: The Anatomy of a second Specimen of Sowerby's Whale (*Mesoplodon bidens*) etc. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XX Part. I 1885 Fig. E auf p. 184.

eigenen Untersuchungen zeigen nun, dass bei Cetaceen ein Mesocarpus mit 5 Carpalien vorkommen kann.

Eine zusammenfassende Bearbeitnng erfuhr die Vorderextremität der Wale zuerst durch VAN BAMBEKE [1]). An einer Reihe von Skeleten stellte dieser Autor fest, dass die Zahl der Carpalelemente von 1—7 schwankt. Als typisch für den Carpus der Delphiniden findet er das Vorhandensein von drei proximalen und zwei distalen Carpalien. Für die proximalen Carpalien nimmt er die Namengebung GEGENBAUR's an.

Auf Grund seiner Untersuchungen schlägt VAN BAMBEKE dann vor, ein System der Cetaceen zu schaffen, welches die drei Gruppen der »*Amblyptères, Colobaptères* und *Oxyptères*« bilden. Bereits VAN BENEDEN [2]) wendet sich in seinem Referate über erwähnte Arbeit gegen eine derartige Eintheilung: Mit demselben Rechte könne man die Vögel ausschliesslich nach den Flügeln eintheilen.

Von Interesse ist in VAN BENEDEN's Referat noch folgende Notiz: »Ce qui démontre bien qu'il y a là des dispositions individuelles qui peuvent quelquefois disparaître avec l'âge, c'est que nous trouvons, dans un jeune hyperoodon, qui est aujourd'hui au Musée de Bruxelles, un os unique dans le mésocarpe, tandisque dans un autre hyperoodon adulte, qui est, je crois, à Stuttgart, le procarpe et le métotocarpe réunis en ont également huit.« Letzterer Bemerkung zu Folge muss, wie auch WEBER betont, VAN BENEDEN als der erste Autor anerkannt werden, der in einem Säugercarpus 5 distale Carpalien nachgewiesen hat.

Eine weitere zusammenfassende Arbeit über den Carpus der Cetaceen lieferte MALM [3]). Die zahlreichen sie begleitenden Abbildungen sind sämmtlich Skeleten entnommen, welcher Umstand ihren Werth leider erheblich verringert. Im Texte werden ohne tiefere Begründung Radiale, Intermedium und Ulnare als »Scapho-Trapezium«, »Lunatum« und »Cunei-Unciforme« bezeichnet. Ich kann mich bezüglich dieser Arbeit nur WEBER's Urtheil anschliessen, dass die sehr ausführliche Abhandlung nicht ganz frei von vorgefasster Meinung ist.

Ich komme endlich zu den letzten zusammenfassenden Arbeiten, welche M. WEBER [4]) im Morphologischen Jahrbuch und zwei Jahre vorher schon zum Theil in seinen Studien über Cetaceen [5]) niedergelegt hat. Eben an WEBER's Untersuchungen, welche neben einer kritischen Behandlung des schon vorhandenen, eine Fülle neuen Kenntnissmaterials bringen, schliessen meine eigenen an.

Zunächst gedenke ich meine Befunde an den Vorderextremitäten einzelner Walthiere zu geben, hierauf eine allgemeine Charakteristik der Cetaceenflosse und einen Vergleich derselben mit der entsprechenden Gliedmaasse anderer Wirbelthiere zu versuchen, um auf diesem Wege eine Anschauung über ihre Entstehung zu erlangen.

Specielle Untersuchungen.

Beluga leucas.

Zur Untersuchung kamen 20 Vorderextremitäten des Weisswales. Eine dieser rührte vom erwachsenen Thiere her, während die übrigen Embryonen verschiedener Entwicklungsstadien (in der Gesammtlänge zwischen 19 und 30 cm schwankend) entnommen wurden.

---

1) VAN BAMBEKE: Sur le squelette de l'extrémité antérieure des Cétacées. Mém. Acad. Belgique 1865.

2) VAN BENEDEN: Sur le squelette de l'extrémité etc. par M. le docteur VAN BAMBEKE, Rapport. Bulletin Acad. Royal des Sciences etc. de Belgique. 2 Série T. XIX. Bruxelles 1865. p. 388—392.

3) MALM: Hvaldjer i Sveryes Museer. Kongel. Svenska Vet. Acad. Handlinger. Ny Följd 1870.

4) WEBER: l. c.

5) WEBER: Studien über Säugethiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena 1886.

Die Hand des erwachsenen Exemplares konnte ich in frischem Zustande präpariren. An den Vorderextremitäten der in Alkohol und MÜLLER'scher Flüssigkeit conservirten Embryonen befreite ich eine Seite von der deckenden Integumentschicht und übertrug sie, theils gefärbt, theils ungefärbt, erst in Alkohol absolutus, dann in Xylol. Durch eine derartige Behandlung traten die einzelnen Knorpeltheile und namentlich ihre Abgrenzungen gegeneinander mit einer Deutlichkeit hervor, die jeden Irrthum in Ausschluss brachte, zumal noch vollkommenste Durchsichtigkeit die Anwendung starker Lupenvergrösserungen und selbst die des Mikroskopes gestattete.

Carpus.

Im Procarpus aller *Beluga*-Vorderextremitäten (siehe Fig. I—II) sind die drei typischen Theile wohl ausgebildet. Dem Vorgange GEGENBAUR's, VAN BAMBEKE's und der meisten anderen Forscher folgend, bezeichne ich diese drei Theile als Radiale, Indermedium und Ulnare. Das bei weitem grösste Knorpelstück ist das Intermedium. An distalen Carpalien lassen sich als Maximum 5 unterscheiden. Das erste sitzt dem Radiale auf und zeichnet sich durch seine bedeutende Länge aus. Hierin liegt wohl auch der Hauptgrund zu LEBOUCQ's[1]) Annahme, dass beregtes Element durch Verschmelzung des ursprünglichen Carpale mit dem Metacarpale des ersten Fingers entstanden sei. Wenn es mir auch nicht möglich ist, diese Annahme durch irgend welche neuen Gründe zu stützen, da selbst die jüngsten Stadien meiner *Beluga*-Embryonen bereits ein Carpale distale I von dieser Form besitzen, so erscheint es mir doch nicht ausgeschlossen, dass eine derartige Verschmelzung in noch früheren Stadien stattfinden kann. Irgend ein Grund zu der Vermuthung, dass das Carpale distale I mit dem Radiale verschmolzen sei und wir in dem uns vorliegenden als Carpale distale I bezeichneten Knorpelstücke das Metacarpale I vor uns haben, besteht nicht. Das Carpale distale I, wie wir es in diesen Embryonalstadien finden, trägt fast oder ganz ausschliesslich das Metacarpale des ersten Fingers. In der Hand der erwachsenen *Beluga* hat es an Grösse verhältnissmässig abgenommen, trägt aber auch hier ausschliesslich das Metacarpale des ersten Fingers (siehe Fig. II).

Das Carpale distale 2 der jüngeren embryonalen Stadien ist nur um ein Weniges kleiner als das distale I. Es sitzt zum grössten Theile den später zu berücksichtigenden beiden Centralien, respective in älteren Stadien einem Theile des Intermedium auf und trägt nicht allein das Metacarpale des zweiten Fingers, sondern steht auch durch eine kleine Fläche mit dem Metacarpale des dritten Fingers in Zusammenhang. Dieses Verhalten bewahrt es durch alle Stadien hindurch bis zum erwachsenen.

Das Carpale distale 3 ist das kleinste und wird durch ein würfeliges Knorpelstück repräsentirt. In sämmtlichen Stadien bis zum erwachsenen trägt es das Metacarpale des dritten Fingers. Letzteres steht durch eine schräg gestellte Fläche auch mit dem Carpale distale 4 in Berührung und ist so recht eigentlich zwischen die Basis des Metacarpale 3 und 4 eingeschoben. Gleich dem vorhergehenden liegt es noch dem Intermedium auf. Während ich es an den Händen jüngerer Embryonen als deutlich gesondertes Knorpelstück erkenne, ist es bei einigen älteren mit dem Carpale distale 3 verschmolzen. Eine solche Verschmelzung von Carpale distale 3 und 4 tritt aber, wie gesagt, nur an einigen Händen auf, an anderen, ebenfalls grösseren Embryonen angehörigen, bleiben beide gesondert, und auch an der einzigen Hand des erwachsenen Thieres, welche ich untersuchen konnte, ist die Sonderung vorhanden. Zu bemerken aber ist, dass im letzteren Falle eine Verschmelzung anderer Art angedeutet scheint, indem hier Carpale distale 2 und 3 mit ihren Knochenkernen sehr nahe aneinander liegen, während die Knorpeloberfläche noch mit einer Trennungsfurche versehen ist.

---

1) LEBOUCQ: La nageoire pectorale des cétacées au point de vue phylogénique. Anat. Anzeiger. 1887. p. 204.

Es resultirt daraus, dass bezüglich der Verschmelzung distaler Carpalien bei *Beluga leucas* eine gewisse Schwankung, allerdings innerhalb sehr enger Grenzen, existirt, der Verschmelzungsmodus der distalen Carpalien in dieser Art nicht gefestigt ist.

Ein Carpale distale 5 ist in den meisten Stadien nicht mehr vorhanden, es scheint vielmehr in all' den Fällen in dem grossen, gewöhnlich als Ulnare bezeichneten Knorpelstück enthalten zu sein. Durch das Vorkommen zweier gesonderter Knorpelstücke an Stelle des Ulnare in einem sehr jungen Stadium (siehe Fig. 1) wird diese Vermuthung zur Gewissheit. Dass in der That eine Verschmelzung eintritt, erleuchtet ohne weiteres aus einem Vergleiche der Figuren. Ich bin geneigt, zu glauben, dass das von mir als Ulnare im eigentlichen Sinne aufgefasste Knorpelstück, das innere von beiden, einem von WEBER[1]) bei *Tursiops tursio* und *Lagenorhynchus albirostris* aufgefundenen Elemente entspricht. Bei ersterem verschmilzt es aber nach WEBER theilweise mit dem Intermedium, bei letzterem ist es an einem vollständig erwachsenen Exemplare nicht vorhanden, indem es wahrscheinlich ebenfalls mit dem Intermedium verschmolz.

Ich komme nun weiter zu den beiden Centralien. Solche sind bereits von LEBOUCQ[2]) bei *Beluga*-Embryonen nachgewiesen worden, allerdings nur in verschmolzenem Zustande. LEBOUCQ berichtet nur kurz über diesen Befund: »Le centrale est libre chez le plus petit; il s'y montre en outre formé de 2 parties fusionnées. Chez le plus grand, il est partiellement soudé avec c_2.« Meine eigenen Untersuchungen ergeben folgende, namentlich in Bezug auf nachträgliche Verschmelzung, abweichende Resultate.

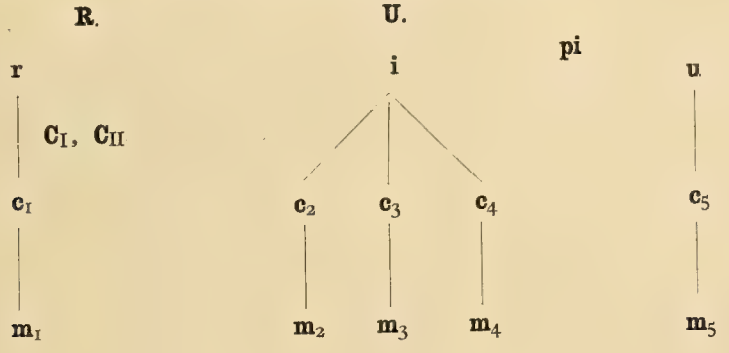
Aus verschiedenen, später zu erörternden Gründen fasse ich als primitivsten Zustand den auf, in welchem beide Centralien noch vollständig deutlich und von einander getrennt vorhanden sind. Die in Fig. 3 abgebildete Hand zeigt solche Form. Die beiden Centralien sind hier vollkommen selbständig zwischen Intermedium, Radiale und Carpale distale 1, 2 und 3 eingeschoben. Sie liegen nicht transversal, sondern schief. In einer Linie aufeinanderfolgend finden sich Ulna, Intermedium, Centrale 1, Centrale 2 und Carpale distale 1. Es lässt sich also hier ein von der Ulna quer durch den Carpus zu der radialen Seite hinziehender Hauptstrahl construiren. Nun folgt ein Zustand, in welchem beide Centralia miteinander zu einem Knorpelstück verschmolzen sind, das sich deutlich gegen die übrigen Carpaltheile abgrenzt (siehe Fig. 4). Das so entstehende neue Doppelcentrale kann sodann mit dem Intermedium verschmelzen. In der Mehrzahl der Fälle kommt es indessen nicht zu einer solchen Vereinigung, sondern die beiden gesonderten Centralia treten mit je einem bestimmten Carpusstück zusammen. Ein Centrale kann aber auch als selbständiger Carpaltheil persistiren, während das andere verschmilzt. In solchem Falle ist es stets das mit c_2 bezeichnete, welches sich gesondert erhält, wie ich das zum Beispiel an der in meinem Besitz befindlichen erwachsenen *Beluga* erkenne (siehe Fig. 5 u. 11). Die Verschmelzung erfolgt stets mit dem Intermedium und mit dem Radiale, und zwar verschmilzt entweder $c_1 + c_2$, also das durch die Verschmelzung beider Centralia unter sich entstandene Knorpelstück, oder nur c_1 mit dem Intermedium, das gesonderte c_2 dagegen stets mit dem Radiale (siehe Fig. 6—10). Variationen im Verschmelzungsmodus der Centralia entstehen einzig durch den Wechsel zwischen einer Verschmelzung beider gleichnamigen Elemente untereinander und dem Getrenntbleiben derselben. In ihrem Verhalten zu anderen Carpaltheilen bewahren sie dagegen weitgehende Constanz der Verschmelzung, das eine, c_1, stets sich mit dem Intermedium, das andere, c_2, stets sich mit dem Radiale vereinend. Auf die allgemeineren aus diesen Befunden zu ziehenden Resultate werde ich später zurückkommen.

1) WEBER: Anatomisches über Cetaceen. Morphol. Jahrb. Bd. 13. 1888. p. 622.
2) LEBOUCQ: l. c. pag. 204.

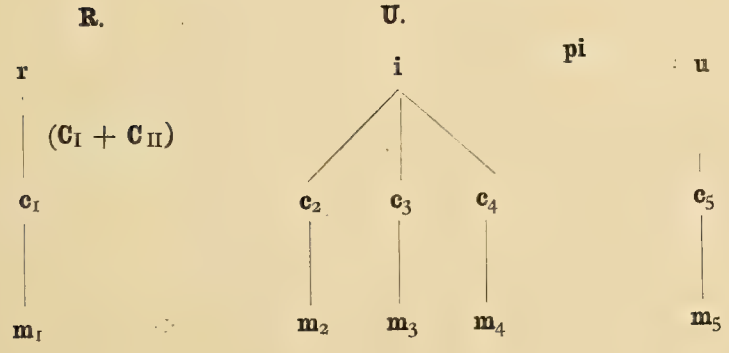
Das Pisiforme ist ohne Ausnahme vorhanden, indessen von wechselnder Grösse (siehe Fig. 1—12). An einer embryonalen Hand sehe ich es noch grösstentheils mit der Ulna zusammenhängend. In einem anderen Falle liegt es dem Metacarpale sehr eng an. Auch die Hand des erwachsenen Thieres zeigt das Pisiforme wohl ausgebildet. Von einem Praepollex (BARDELEBEN's) war an keiner *Beluga*-Hand etwas zu bemerken.

Die Schemata für den Carpus von *Beluga leucas* sind folgende, vom jüngsten mir vorliegenden bis zum ältesten Stadium, respective dem erwachsenen Thiere fortschreitend:

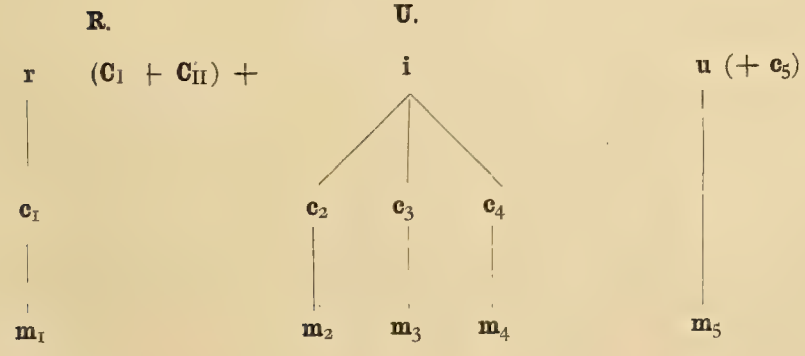
1)



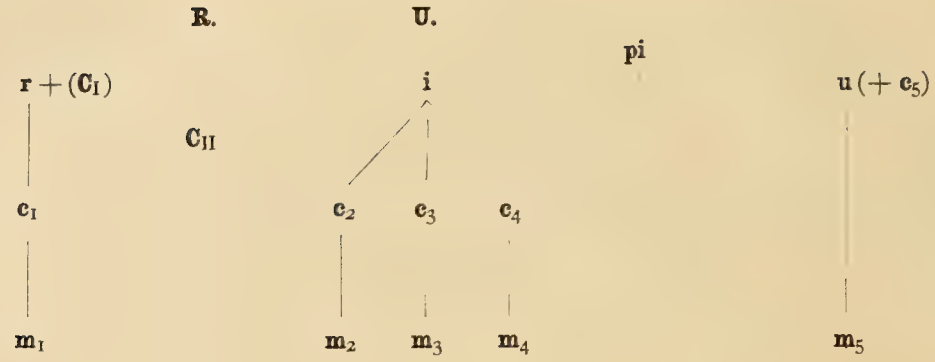
2)



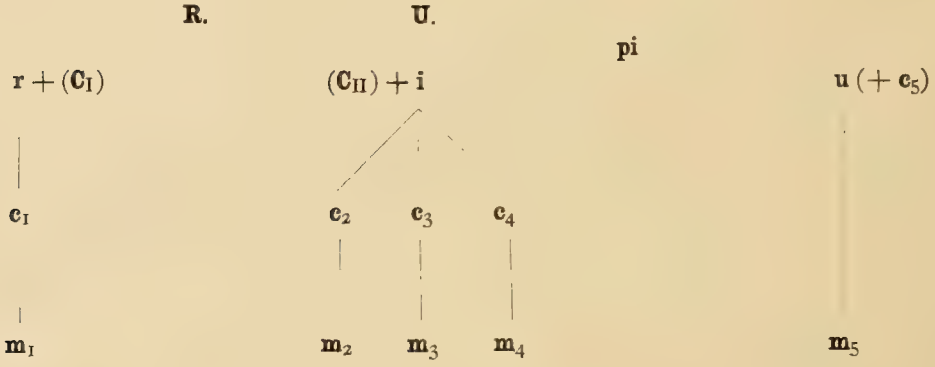
3)



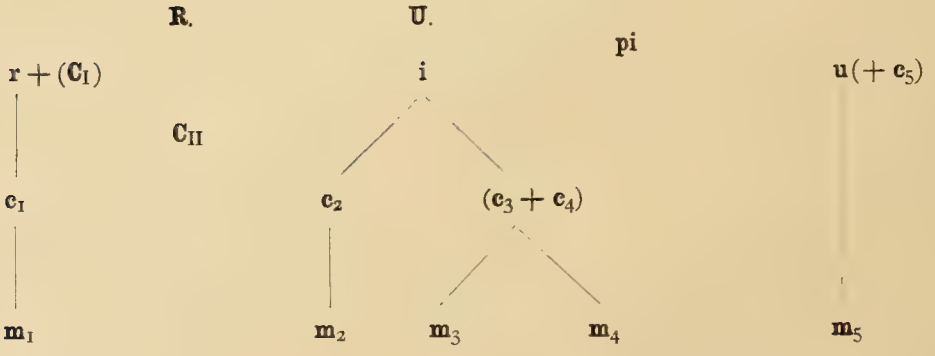
4)


R.
U.
pi
r + (C_I)
C_II
i
u (+ c_5)
c_I
c_2
c_3
c_4
m_I
m_2
m_3
m_4
m_5

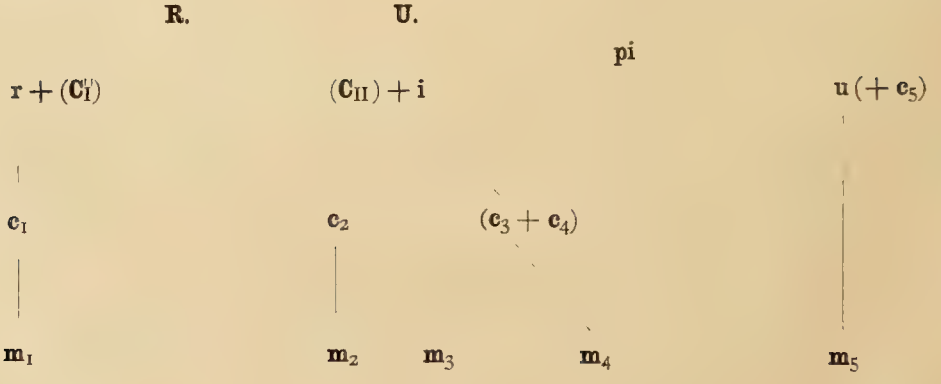
5)


R.
U.
pi
r + (C_I)
(C_II) + i
u (+ c_5)
c_I
c_2
c_3
c_4
m_I
m_2
m_3
m_4
m_5

6)

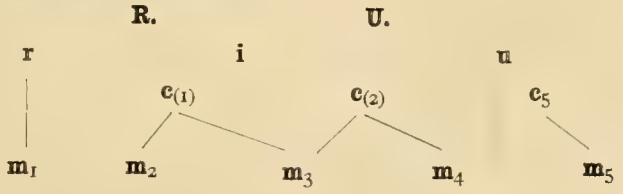

R.
U.
pi
r + (C_I)
C_II
i
u (+ c_5)
c_I
c_2
(c_3 + c_4)
m_I
m_2
m_3
m_4
m_5

7)

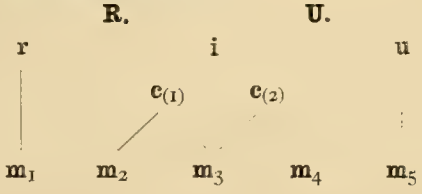

R.
U.
pi
r + (C_I)
(C_II) + i
u (+ c_5)
c_I
c_2
(c_3 + c_4)
m_I
m_2
m_3
m_4
m_5

Anmerkung: An circa 30 Vorderextremitäten von *Orca gladiator*, welche ich in dem Bergener Museum zu untersuchen Gelegenheit hatte, vermochte ich Folgendes festzustellen.

Das Schema für den Carpus der meisten Hände ist:



Das Carpale distale 5 ist in diesem Falle als kleines, zur Seite des Ulnare liegendes Carpalstück vorhanden. In vereinzelten Fällen ist aber für u und c_5 nur ein einziger Carpaltheil vorhanden, der somit aus der Verschmelzung von u und c_5 entstanden zu denken ist, genau so, wie wir es bei *Beluga leucas* fanden: das neue Ulnare enthält also ausser dem alten noch das Carpale distale 5. Das Schema ist folgendes:



Metacarpalia und Phalangen.

Die Metacarpalia von *Beluga leucas* zeichnen sich vor den Phalangen weder durch besondere Länge noch Gestalt aus. Es sind dieselben gleich diesen in der Mitte etwas eingeschnürte, breitgedrückte cylindrische Stücke, durch im allgemeinen horizontal verlaufende Linien voneinander getrennt. Die Breite nimmt ganz allmählig nach oben zu ab. Die eigenthümliche Form der Vorderextremität von *Beluga*, eine fast rundliche Schaufel, bringt es mit sich, dass die einzelnen Finger ziemlich weit voneinander abstehen, und zwar liegt der erste dem zweiten noch näher als der zweite dem dritten u. s. w., bis schliesslich der fünfte von allen am weitesten absteht. Das Grössenverhältniss der einzelnen Finger untereinander ist beim erwachsenen Thiere fast das nämliche wie beim Embryo. Setzen wir den ersten Finger gleich 1, so erhalten wir folgende Verhältnisszahlen:

beim Erwachsenen: 1 : 3,5 : 2,9 : 2,25 : 1,8.

beim Embryo: 1 : 3,75 : 3,0 : 2,6 : 2,4.

Es ergiebt sich aus diesen Zahlen, dass mit dem allmähligen Wachsthum der einzelnen Finger der erste relativ am stärksten zunimmt, während der fünfte an Grösse zurückbleibt.

Indem ich nun dazu übergehe, die Phalangenzahl des erwachsenen Thieres und der verschiedenen Embryonen zu vergleichen, möchte ich ausdrücklich betonen, dass ich die in der Literatur enthaltenen Angaben stets ausser Acht lasse, sobald ich nicht sicher bin, dass die vorgebrachten Resultate an frischem Materiale gewonnen sind. Es geschieht dieses aus dem Grunde, weil die Verknöcherung der Endphalangen durchaus keine vollständige ist und somit durch Maceration gewonnene Präparate leicht falsche Ergebnisse liefern können. Ich suche damit eine auch von Weber [1]) schon gestellte Anforderung zu erfüllen.

---

1) Weber: l. c. Morph. Jahrb. 1888 p. 634.

Die Metacarpalia mitgerechnet, erhalte ich an meinem Materiale folgende Zahlenreihen für die Embryonalhände:

	I.	II.	III.	IV.	V. Finger
kleinstes Embryonalstadium:	3	9	7	6	6
mittleres „	2	8	6	6	5
grösstes „	2	8	6	5	5
An der Hand der erwachsenen *Beluga* zähle ich:	2	7	5	4	4

Zwischen diesen Zahlenreihen finden sich alle möglichen Uebergänge; aus ihnen allen folgt aber mit unumstösslicher Gewissheit, dass eine Reduction der Phalangenzahl eintritt, die schon im Embryonalleben deutlich bemerkbar ist. Wie die Reduction vor sich geht, lässt sich an einigen Präparaten unschwer sehen. Die jedesmalige Endphalange entwickelt sich nämlich nicht weiter und verschmilzt zuletzt mit der vorhergehenden. Eine derartige Reduction ist es auch, welche das Herabsinken der Phalangenzahl des ersten Fingers von 3 auf 2 bedingt.

Mit meinen diesbezüglichen Befunden stimmt der Leboucq's an einer embryonalen Hand von *Beluga* überein, welche mit Einschluss der Metacarpalien die Zahlen 2, 9, 7, 6, 6 ergab. Es hatte also an dieser Hand bereits die Verschmelzung der Endphalange des ersten Fingers stattgefunden.

Ein höchst bemerkenswerther Fund scheint mir folgender zu sein. An der Vorderextremität eines *Beluga*-Embryo von circa 20 cm Länge geht die Trennungsfurche zwischen dem Metacarpale des fünften Fingers und der ersten Phalange nicht vollständig hindurch, sondern es zweigen sich von ihrem Ende zwei weitere Furchen ab, von denen die untere an den äusseren ulnaren Rand strebt, während die obere viel kürzere den oberen Rand erreicht. Das gleiche Verhalten wiederholt sich zwischen dieser und der nächsten Phalange, nur hat der Process hier weitere Fortschritte dadurch gemacht, dass die beiden schräg divergirenden Furchen bis zum ulnaren Rande reichen und so ein besonderes Knorpelstück herausschneiden. Wir haben es hier mit der beginnenden Abspaltung einer neuen Phalangenreihe vom fünften Finger zu thun, welche sich an der Ulnarseite des letzteren entwickelt. Dieses interessante Verhalten würde, falls nur einmal beobachtet, kaum gestatten, ihm tiefere Bedeutung beizumessen. Allein an der Hand des erwachsenen Thieres konnte ich ganz das Gleiche in schönster Ausbildung wiederfinden. An ihr hat sich die Abspaltung einer neuen ulnaren Phalangenreihe thatsächlich vollzogen.

Welche Wichtigkeit dieser Thatsache beizulegen ist, werde ich im vergleichenden Abschnitte dieses Kapitels ausführen und will vor der Hand nur die näheren Verhältnisse genau beschreiben.

Auf dem stark verbreiterten noch ungetheilten Metacarpale 5 erheben sich in fast gleichem Niveau zwei nebeneinander liegende Phalangen, durch eine tiefe, gänzlich durchgehende Furche voneinander wohl getrennt. Einer jeden dieser Phalangen kommt ein eigener Knochenkern zu, und zwar liegen die beiden Kerne weit voneinander ab. Die mehr ulnar stehende Phalange ist erheblich kürzer als die andere. Es folgt dann, auf jeder dieser Phalangen aufsitzend, ein zweites Paar Phalangen, von denen die mehr ulnare wieder scharf gegen die andere, wie gegen die unter ihr befindliche abgegrenzt und alternirend zu der ersten und zweiten Phalange des Zwillingsstrahles gelegen ist. Auch diesen beiden Stücken kommen weit auseinander liegende Knochenkerne zu. Während der neue ulnare Fingerstrahl mit der zweiten Phalange sein Ende erreicht, besitzt der fünfte Finger noch eine dritte kleine nicht verknöcherte Endphalange.

Vergleichen wir nun diese Angaben mit den beim Embryo gefundenen entsprechenden Thatsachen, so erhellt zunächst ohne weiteres, dass wir dieselbe Bildung in beiden Fällen vor uns haben, ferner, dass der neue ulnare Fingerstrahl durch Abspaltung vom fünften Finger entstanden ist. Die Abspaltung hat eine erhebliche Verbreiterung des gesammten Gebietes im Gefolge. An der Hand des Embryo ist das

noch nicht so deutlich ausgeprägt, springt aber an der des erwachsenen Thieres sehr auffällig ins Auge. Die Gesammtbreite der Bildung beträgt 4,8 cm, wovon auf den fünften Finger 2,5 cm, auf die neue Phalangenreihe 2,3 cm entfallen, während die anderen Finger auf gleicher Höhe, d. h. an der entsprechenden Stelle folgende Breite besitzen:

der vierte Finger: 3 cm
„ dritte „ 3,4 „
„ zweite „ 2,8 „
„ erste „ 1,6 „

An einer Identität der besprochenen Bildung an einem Embryo und an der erwachsenen *Beluga* ist nicht zu zweifeln und daher zu constatiren, **dass es hier in der Klasse der Cetaceen zur Entstehung eines neuen ulnaren Fingerstrahles kommt. In der gesammten Säugethierreihe fehlt zu diesem Verhalten ein Analogon.** Ob diese Bildung allen Händen von *Beluga leucas* eigen ist oder nur vereinzelt auftritt, vermag ich jetzt noch nicht zu entscheiden, da es mir vorläufig noch an genügend ausgiebigem Materiale gebricht.

Man könnte mir den Einwurf machen, dass es sich hier vielleicht um eine Missbildung handele, ähnlich wie sie sich hier und da beim Menschen vorfindet, oder aber die Erklärung in irgend einem atavistischen Rückschlag suchen. Gegen ersteres spricht, dass bei fast sämmtlichen von mir untersuchten embryonalen Händen in den Fällen, wo sich der neue Finger nicht ausgebildet hat, wenigstens eine deutlich bemerkbare Tendenz zu eben der Anlage vorhanden ist. Es zeigen nämlich die die einzelnen Phalangen trennenden Furchen dann bereits mehr oder minder ausgeprägt den schiefen Verlauf, welchen wir an dem neuen Gebilde vor uns haben (siehe z. B. Fig. 7). Für die Anschauung, dass hier ein atavistischer Rückschlag vorliege, spricht gar nichts, da man doch die *Ichthyosaurier* als einzige vorhandene Parallele dazu nicht ernstlich ins Feld führen kann. Wer meine Ansicht, dass wir es bei *Beluga* mit der Neubildung eines sechsten Fingers zu thun haben, nicht theilen will, mag ja eine Missbildung annehmen, wenn er mir nur auf Grund des Beigebrachten zugiebt, dass die Tendenz zu dieser Missbildung stets vorhanden ist. Für die Sache ist es nach meinem Dafürhalten ganz gleichgültig, ob man die Erscheinung Neubildung oder constante Missbildung nennt.

Ueber die Verknöcherung der einzelnen Theile habe ich zu bemerken, dass dieselbe wie bei allen Cetaceen sehr langsam erfolgt. An den kleineren Embroyonalstadien finden sich nur in den Metacarpalien 3 und 4 kleine scheibenförmige Ossificationen vor. Später tritt noch das Metacarpale 2 hinzu; dann folgen die ersten Phalangen des zweiten und dritten Fingers. Bei sämmtlichen Embryonalhänden zeigten sich der erste und fünfte Finger ganz ohne Knochenkerne. Von einer Verknöcherung der Carpaltheile war nichts zu sehen. Beim erwachsenen Thiere liegen die Verhältnisse so, dass alle Carpaltheile mit grösseren oder kleineren rundlichen Knochenkernen versehen sind, mit Ausnahme des Centrale. Die Phalangen besitzen ebenfalls, bis auf die Endphalange des fünften Fingers, Verknöcherungen, doch sind die letzten Knochenkerne so klein, dass sie nach Macerationsbehandlung wohl kaum mehr aufzufinden wären. Es erklärt sich daraus, wie für *Beluga leucas* folgende Phalangenzahlen angegeben werden konnten: 2, 6, 4, 1, 1 (van Beneden, van Bambeke), ebenso auch meine Weigerung, auf solchem Wege gefundene Zahlen bei meinen Untersuchungen in Betracht zu ziehen, die nach Angeführtem gewiss vollkommen berechtigt erscheinen muss.

Muskulatur.

An der Hand der Föten wie der des erwachsenen Thieres ist die Muskulatur ganz die gleiche und wird histologisch durch faseriges Bindegewebe ersetzt. Nur an wenig Stellen lassen sich echte Muskel-

fasern auffinden. Auf der Unterseite der Hand fällt zunächst ein mächtiges Band ins Auge, welches, an der inneren Seite des Radius hinziehend, sich mit seinem Hauptaste an den zweiten Finger begiebt. Einen schwächeren Ast sendet es an den ersten, einen etwas stärkeren, aus mehreren Bündeln bestehenden, an den dritten Finger. Der erste Finger erhält ausserdem ein sehr breites Band, das den ganzen noch nicht verdeckten Theil des Radius überzieht. Auch der dritte Finger besitzt noch tiefer gelegene Bandmassen, die zur Ulna hinziehen. Ebenfalls tiefer gelegen sind die zum vierten und fünften Finger gehenden Bänder. Kommt es am letzteren zur Bildung des neuen sechsten Fingerstrahles, so theilt sich das Band über dem Ulnare in zwei Aeste, von denen jeder zu einem Strahle läuft (Fig. 12). Ein weiteres Band legt sich ferner schräg über die Hand von der ulnaren bis zur radialen Seite.

Als sehr wichtig erscheint es mir, dass, entgegen früheren Angaben, diese Bänder bis zur letzten Phalange reichen, an jeder Phalange seitliche Zweigbündel abgebend, und zwar zeigt sich dies Verhalten beim erwachsenen Thiere sowohl, als auch schon beim Embryo.

An der oberen Seite der Hand sind die Bänder etwas weniger stark. Vom ersten, zweiten und dritten Finger laufen sie herab auf den Radius, vom vierten und fünften Finger zum Theile ebenfalls über die Ulna hinweg zur Innenseite des Radius. Auch hier fällt ein besonders breites Band für den sechsten ulnaren Strahl auf. Zartere transversale Bänder spannen sich zwischen den einzelnen Metacarpalien aus.

Von einer Vergleichung der Muskulatur der Hand anderer Säugethiere sehe ich hier vorläufig vollständig ab.

Globiocephalus melas.

(Fig. 13, 14, 15.)

Sieben Embryonen standen mir zur Verfügung, an Länge messend:

I = 7,6 cm
II = 12,3 „
III = 12,5 „
IV = 15,6 „
V = 16,2 „
VI = 34,5 „
VII = 37,0 „

Carpus.

Die drei proximalen Carpaltheile sind bei sämmtlichen Händen in typischer Lagerung vorhanden. Während aber bei den kleinsten Embryonen diese drei Carpalia noch annähernd gleiche Grösse besitzen, werden sie bei den grösseren ungleich, und zwar ist dann das Radiale das grösste, das Ulnare das kleinste.

An distalen Carpalien lassen sich drei unterscheiden. Nur Turner [1]) nimmt 4 an, indem er das von mir als Centrale betrachtete Knorpelstück für das Carpale distale 2 hält. Das Carpale distale 1 ist bei allen grösseren Embryonen ziemlich lang und übertrifft die anderen an Grösse. Im kleinsten Stadium besitzt es indes diese Grösse nicht, sondern ist den übrigen gleich. Auch ist in diesem Falle ein sehr kurzes Metacarpale bemerkbar. Schon das nächste Stadium zeigt nun, dass dieses Carpale an Grösse bedeutend zugenommen und daher auch seine Lagebeziehungen zum Metacarpale 2 verändert hat. Es ist danach anzunehmen, dass hier eine Verschmelzung von Carpale distale 1 und Metacarpale 1 stattgefunden hat, dass

1) Turner: Anatomy of Sowerby's Whale. Journ. of Anat. and Physiol. 1885. p. 186.

also das im jüngsten Stadium als erste Phalange bezeichnete Knorpelstück zum neuen Metacarpale wird. Im neuen Carpale distale 1 ist somit das alte Metacarpale enthalten. Dieser Fund liefert zugleich die Correctur einer meiner früheren Angaben[1]), dass das alte Metacarpale sich mit der ersten Phalange verbinde.

Das zweite Carpale distale trägt der Hauptsache nach das Metacarpale 2, das dritte die Metacarpalia 3 und 4, während das Metacarpale 5 dem Ulnare direct aufsitzt. Irgend welche Erklärungen, wie diese drei distalen Carpalia durch Verschmelzungen entstanden sind, vermag ich auf Grund meiner Präparate nicht zu geben.

Ein Centrale wurde bis jetzt nur für den erwachsenen *Globiocephalus* angenommen (Turner, Weber). Für den Fötus galt hingegen allgemein das Fehlen des Centrale als typisch, und Weber[2]) glaubt sogar dadurch zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass der fötale Carpus weit einfacher sei als der des erwachsenen Thieres. Man sieht hieraus, wie misslich es ist, aus einigen wenigen Befunden Folgerungen so allgemeiner Natur ziehen zu wollen, denn meine Untersuchungen ergaben, dass in der Mehrzahl der Fälle auch den fötalen Händen von Globiocephalus ein Centrale zukommt. Es liegt an derselben Stelle wie beim Erwachsenen in den von mir früher schon genannten Stadien II, III, IV, VI und VII, fehlt dagegen nur in den Stadien I und V.

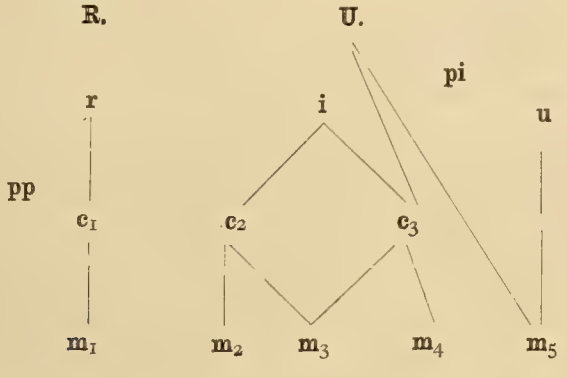
Im Carpus des *Globiocephalus* treffen wir also, das Centrale anlangend, ein ganz ähnliches Verhalten wie bezüglich des doppelten der *Beluga leucas*. Es kann eben persistiren oder fehlen. Aus meinen Bildern ergiebt sich indes nicht, ob es im letzteren Falle mit einem anderen Carpaltheile verschmolzen ist. Im allgemeinen lässt sich also nur sagen, dass der fötale Carpus von *Globiocephalus melas* der Zahl und Lage seiner Elemente nach mit dem des erwachsenen Thieres übereinstimmt.

Das Pisiforme ist bei sämmtlichen Embryonen von *Globiocephalus* wohl ausgebildet und erscheint als rundliches, spitz zulaufendes Knorpelstück an einer Facette der Ulna. An einem Exemplare, und zwar dem des jüngsten Stadiums, ist es von der Ulna noch nicht gesondert. Nur erst die Andeutung einer späteren Trennungslinie wird erkennbar, während sämmtliche Carpalelemente bereits als wohlgetrennte Knorpelstücke vorhanden sind.

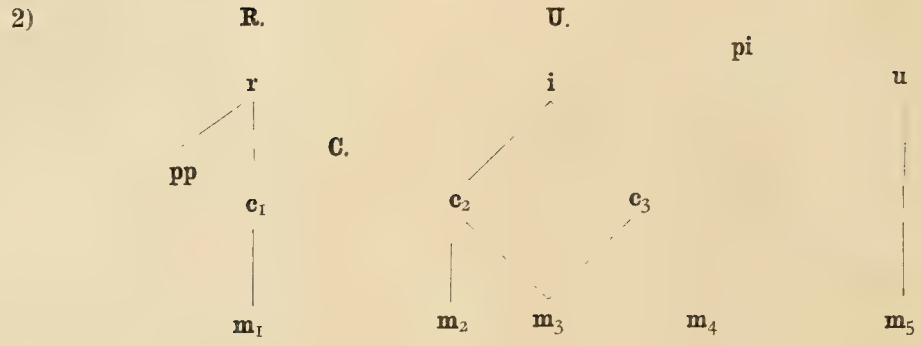
Bei all' meinen Embryonen des *Globiocephalus melas* zeigt sich ferner, dem radialen Rande des Radiale aufsitzend, ein weiteres kleines, rundliches Knorpelstück, das schon in den jüngsten Stadien scharf abgesetzt ist und sich als ein Praepollex (Bardeleben) ergiebt.

Die Schemata für den Carpus von *Globiocephalus* würden demnach sein:

1)



1) Kükenthal: Ueber die Hand der Cetaceen. Anat. Anzeiger 1888 p. 644.
2) Weber: l. c. Morphol. Jahrb. 1888 p. 635.



Metacarpalia und Phalangen.

Globiocephalus weist unter allen *Cetaceen* verhältnissmässig die längste Hand und überhaupt die meisten Phalangen auf, ist also in dieser Beziehung ausserordentlich interessant.

Weber fand bei einem Neugeborenen die Phalangenzahlen 2, 10 (oder 9), 9 (oder 8), 3, 2, während für den Erwachsenen die Zahlen 4, 14, 11, 3, 1 angegeben werden.

Auf diesen Befund hin würde die Folgerung Weber's, dass mit dem Wachsthum des Thieres die Zahl der Phalangen zunimmt, vollständig gerechtfertigt sein. Da indes meine an 14 embryonalen Händen von *Globiocephalus* gewonnenen Funde sämmtliche direct dagegen sprechen, so wird man wohl zugeben müssen, dass ich meinen Angaben mehr Wichtigkeit für die Beurtheilung der *Globiocephalus*-Hand beilegen darf als der vereinzelten Beobachtung Weber's.

Es mögen die von mir constatirten Zahlenverhältnisse (den Phalangenzahlen sind stets die Metacarpalien beigegeben) hier folgen:

Embryo	Grösse	Länge der Hand vom Intermedium bis zur Spitze des zweiten Fingers	Phalangenzahl der einzelnen Finger				
			I	II	III	IV	V
1	7,6 cm	9 mm	5 u. 4	13	10	4	3
2	12,3 „	16 „	3	16	10	4	3
3	12,5 „	17 „	4	16	10	4	3
4	15,6 „	23 „	3	17	11	4	3
5	16,2 „	24 „	4	16 (17)	12	4 (5)	3
6	34,5 „	58 „	4	16 (17)	11	3	2
7	37,0 „	64 „	4	16 (17)	10 (11)	3	2

(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten eine undeutliche Theilung der letzten Phalange.)

Zum Vergleiche mit diesen Zahlen mögen folgende bei erwachsenen Exemplaren gefundene dienen:

Phalangenzahl der einzelnen Finger					Autoren
I	II	III	IV	V	
4	12	9	2	1	Cuvier
4	14	9	3	1	Flower
3	13	9	3	1	Murie
4	14	11	3	1	Weber

Pflichten wir nun selbst Weber's Vermuthung bei, dass eine oder einige Phalangen im Knorpelende der Finger übersehen würden, was bei *Globiocephalus* nur am Ende des zweiten und dritten Fingers

möglich wäre, so blieben immer noch die Phalangenzahlen der embryonalen Hand für den ersten, zweiten und dritten Finger mindestens ebenso gross, wie die der erwachsenen. Eine nicht unerhebliche allmählich fortschreitende Verminderung mit zunehmendem Alter ist aber am vierten und fünften, im Hinblick auf das jüngste Stadium auch am ersten Finger ersichtlich.

Auf Grund meiner Befunde vermag ich daher nicht WEBER's Schlusse beizustimmen, dass bei *Globiocephalus* die Zahl der Phalangen postembryonal grösser wird, schliesse vielmehr, dass die Phalangenzahl in den embryonalen Stadien eine grössere (oder mindestens ebenso grosse) ist, als in den postembryonalen.

Wenn ich als selbstverständlich ausschliesse, es könnte ein so gewiegter Beobachter wie WEBER eine andere Art untersucht oder über nicht völlig intactes Material verfügt haben, so scheint mir bezüglich seiner Angabe über die Phalangenzahl des Neugeborenen nur die eine Annahme zulässig, dass die Phalangenzahlen bei einzelnen *Globiocephalus*-Individuen ausserordentlicher Schwankungen fähig sind. Auf Grund meiner bisherigen Untersuchung habe ich selbst indes durchaus noch keine Bestätigung einer solchen Vermuthung gefunden. An all' meinen *Globiocephalus*-Händen (wenn wir vorläufig vom zweiten Finger des ersten Stadiums absehen) zeigt sich vielmehr, dass die Schwankungen der Phalangenzahlen sehr geringe sind, dass es sich dabei meist nur um die Verschmelzung der Endphalange mit der vorhergehenden handelt.

Ich konnte die besprochene Angabe WEBER's nicht erwähnen, ohne an diesem Orte auch noch einer anderen zu gedenken.

Ein zweiter, von WEBER nicht herangezogener Beobachter, JOHN A. RYDER[1]), unterstützt nämlich jenen WEBER'schen Befund durch einen ähnlichen, an einem kleinen Embryo von *Globiocephalus* gewonnenen. Aus der beigegebenen Figur entnehme ich folgende Phalangenzahlen (stets incl. der Metacarpalien):

I.	II.	III.	IV.	V.
2.	10.	9.	5.	4.

Diese würden zwar mit den von WEBER genannten Zahlen nicht übereinstimmen, ihnen aber ähnlich sein.

Der von RYDER untersuchte Embryo war noch um ein Geringes kleiner als das jüngste in meinem Besitz befindliche Exemplar. Letzteres ergab als Phalangenzahlen der einen Hand: 5, 13, 10, 4, 3, als die der anderen 4, 13, 10, 4, 3. Die Zahl der Phalangen des ersten, vierten und fünften Fingers ist also bei meinem kleinsten Stücke grösser als in allen darauffolgenden Stadien, zum Theil viel grösser als bei den Erwachsenen. In dieser Beziehung stimmt auch die RYDER'sche Figur, mit Ausnahme des ersten Fingers, mit meinen Angaben überein. Beim dritten Finger ist die Zahlendifferenz eine sehr geringe. Es bleibt somit blos das eigenthümliche Zahlenverhältniss des zweiten Fingers auffallend. Während an allen anderen Fingern (den ersten Finger des RYDER'schen Embryo ausgenommen) die Phalangenzahl in embryonalen Stadien grösser oder ebenso gross als in postembryonalen ist, während an ihnen sich sogar ohne Zweifel eintretende Reductionen nachweisen lassen, zeigt sich beim zweiten Finger, dass derselbe in den allerfrühesten Embryonalstadien weniger Phalangen besitzt als in späteren. Schon auf einem Stadium von 12,3 cm Länge des Thieres hat indessen der Finger die typische Zahl 16 erreicht, die er constant bei allen Embryonen beibehält und welche wohl auch der erwachsene *Globiocephalus* besitzt. Der daraus zu ziehende Schluss ist aber himmelweit verschieden von dem WEBER's, dass in der embryonalen Zeit die Hand des *Globiocephalus* weniger Phalangen besitze als in der postembryonalen. Was sich aus meinen Untersuchungen ergiebt, ist Folgendes: Während schon bei den kleinsten Embryonen alle Finger, ausser dem zweiten, mehr oder mindestens ebenso viel Phalangen aufweisen, als bei den erwachsenen Thieren, zeigt der zweite Finger

1) J. A. RYDER: Development of the Cetaceea, together with a consideration of the probable homologies of the flukes of Cetaceans and Sireniens. United States Comission of Fish and Fisheries. Part. XIII per 1885 p. 427.

auf einem sehr frühen Embryonalstadium weniger Phalangen als in einem etwas späteren, wo er schon seine definitive Zahl erreicht hat. Der einzige Schluss, welcher mir hier erlaubt scheint, ist der, dass die Vorfahren des *Globiocephalus* noch nicht diese excessive Länge des zweiten Fingers, also auch der ganzen Hand besessen haben, und dass somit die lange Hand des *Globiocephalus* innerhalb der Cetaceenclasse erworben ist. Die Thatsache der Hyperphalangie selbst ist daraus nicht zu erklären.

Einige Worte über die Art der Verminderung der Phalangenzahl seien noch gestattet. Wo dieselbe auftritt, sehen wir, dass sie in einer Verschmelzung der Endphalange mit der vorhergehenden ihren Grund hat, und nur am ersten Finger erscheint es mir wahrscheinlich, dass hier eine noch weitergehende Verschmelzung stattgefunden hat.

Die Wachsthumsverhältnisse der einzelnen Finger möchte ich noch dadurch anschaulich machen, dass ich die Grösse eines jeden Fingers im kleinsten Stadium gleich 1 setze:

Stadium	Erster Finger		Zweiter Finger		Dritter Finger		Vierter Finger		Fünfter Finger	
	Länge	Verhältniss	Länge	Verhältniss	Länge	Verhältniss	Länge	Verhältniss	Länge	Verhältniss
	mm		mm		mm		mm		mm	
I	2,5	1	7,8	1	6,5	1	2,7	1	1,5	1
II	3	1,2	15	2	11	1,9	3,1	1,2	1,8	1,2
III	3,1	1,2	16	2,1	11,8	1,9	4	1,5	2	1,3
IV	4,8	1,9	22,5	3	14	2,2	5	1,9	2,4	1,6
V	5,1	2	23,5	3	18	2,8	5,3	2	2,7	1,8
VI			55,5	7,1	38	6	9,1	3,3	5	3,3
VII	8,4	3,4	61	8	41	6,3	12	4,5	6,5	4,3

Wenn die Längenverhältnisse der Hände (vom Intermedium an gemessen) folgende sind (die kleinste Hand gleich 1 gesetzt), so verhalten sich die einzelnen Finger wie:

Stadium I	Stad. II	Stad. III	Stad. IV	Stad. V	Stad. VI	Stad. VII
1	1,8	1,9	2,6	2,7	6,4	7,1
I. Fing. 1	1,2	1,2	1,9	2		3,4
II. Fing. 1	2	2,1	3	3	7,1	8
III. Fing. 1	1,9	1,9	2,2	2,8	6	6,3
IV. Fing. 1	1,2	1,5	1,9	2	3,3	4,5
V. Fing. 1	1,2	1,3	1,6	1,8	3,3	4,3

Es ergiebt sich hieraus, dass der erste Finger das geringste Wachsthum besitzt. Es folgt dann der fünfte, der vierte, der dritte und endlich der zweite, welcher bei weitem das grösste Wachsthum in embryonaler Zeit zeigt. Aus der Vergleichung erhellt deutlich, dass die Hand des *Globiocephalus* früher nicht diese excessiv lange Form besessen hat.

Musculatur.

In Bezug auf die Musculatur der *Globiocephalus*-Hand kann ich mich kurz fassen. Wie bei *Beluga* wird sie in histologischer Hinsicht durch Bandmasse ersetzt. Die Anordnung der Bänder ist ebenfalls im Wesentlichen die gleiche. Bis zur letzten Phalange hin lassen sich die starken Bandstreifen verfolgen, an jede Phalange eine Anzahl seitlicher Fasern abgebend (siehe Fig. 15).

Ossification.

Erst in den grössten Stadien meiner Embryonen treten Knochenkerne in den Phalangen auf. Sie liegen an einer Hand zum Beispiel folgendermaassen:

I. Finger	II. Finger	III. Finger	IV. Finger	V. Finger
1	11	6	2	0

Zuerst verknöchern die Metacarpalia, dann folgen die Phalangen in proximo-distaler Reihenfolge.

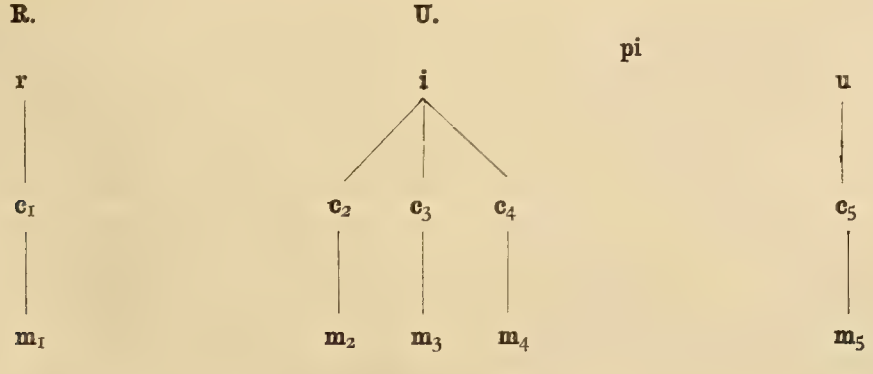
Hyperoodon rostratus Lilljeborg.

Von dieser Art besass ich drei frische Flossen erwachsener Thiere, deren zwei einem grossen, eine einem kleineren Thiere entstammten.

Carpus.

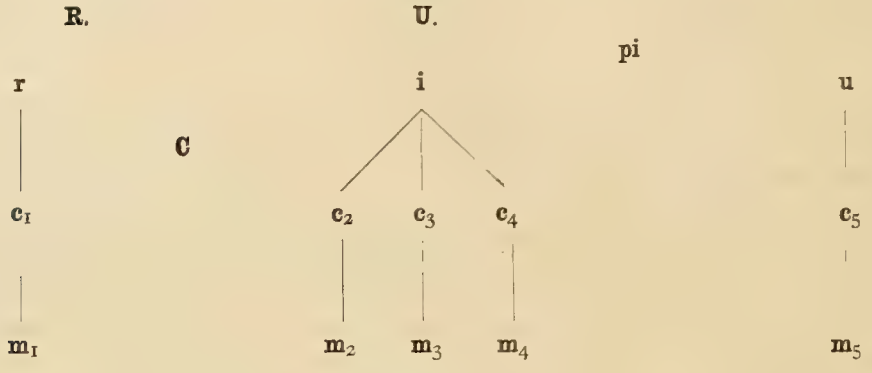
Die bisher vorliegenden Angaben über den Carpus von *Hyperoodon* weisen erhebliche Verschiedenheiten untereinander auf. Zum Theil scheint der Grund dieser Abweichungen daran zu liegen, dass die Untersuchungen an Skeleten gemacht wurden.

Weber erwähnt von drei Exemplaren, die in Amsterdam aufbewahrt werden, beiderseits vier distale Carpalia und findet an einem kleinen Exemplare nur drei knöcherne distale Carpalia entwickelt. Bardeleben [1]) war der Erste, der bei einem, in der Jenaer vergleichend-anatomischen Sammlung befindlichen *Ziphius* von den Anzeichen einer Theilung des vierten Carpale sprach, und Turner [2]) fand darauf in der Hand des *Hyperoodon* fünf distale Carpalia. Weber scheint der Ansicht zu sein, dass eine derartige Ausbildung des Carpus von *Hyperoodon* nur Skeleten alter Thiere zukomme, weil an Skeleten junger stets nur drei Carpalia distalia beschrieben seien. Es würde dieses mit der Anschauung Weber's in Einklang stehen, dass der Carpus der Cetaceen überhaupt im erwachsenen Zustande vollkommener sei als im embryonalen. Meine eigenen Untersuchungen bestätigen jene Ansicht nicht. An der frischen Hand eines *Hyperoodon* sehe ich Folgendes (Taf. III Fig. 16): Die Verknöcherung ist an dem jungen Exemplare noch so wenig weit vorgeschritten, dass deutliche Knochenkerne sich nur im Intermedium, Radiale und Carpale distale 1 vorfinden. Bei weitem das grösste Knorpelstück ist das Intermedium. Fünf deutlich entwickelte distale Carpalia von annähernd gleicher Grösse sind vorhanden. Von diesen sitzt das erste ausschliesslich dem Radiale, das letzte ausschliesslich dem Ulnare auf. Die anderen drei distalen Carpalien liegen auf dem Intermedium. Ein jedes dieser Carpalia trägt ein Metacarpale. Ein Pisiforme ist stets vorhanden. Es stimmt dieser Carpus durchaus mit dem von Turner beschriebenen überein. Für beide gilt folgendes Schema:



1) Bardeleben: Zur Morphologie des Hand- und Fussskeletes l. c.
2) Turner: l. c.

Die eigenthümliche Form des Intermediums macht es mir wahrscheinlich, dass in ihm ein Centrale enthalten sei, und die Vermuthung wurde zur Gewissheit, als ich eine zweite frische Hand eines sehr grossen *Hyperoodon* untersuchte. Im Carpus derselben waren drei proximale und fünf wohlgetrennte distale Carpalia vorhanden, ein jedes mit einem rundlichen Knochenkern versehen. Zwischen Intermedium, Radiale, Carpale distale 1 und 2 liegt ein deutlich getrenntes viereckiges Knorpelstück, das als Centrale anzusehen ist (siehe Taf. III Fig. 17). Das Schema für diese *Hyperoodon*-Hand wäre demnach:



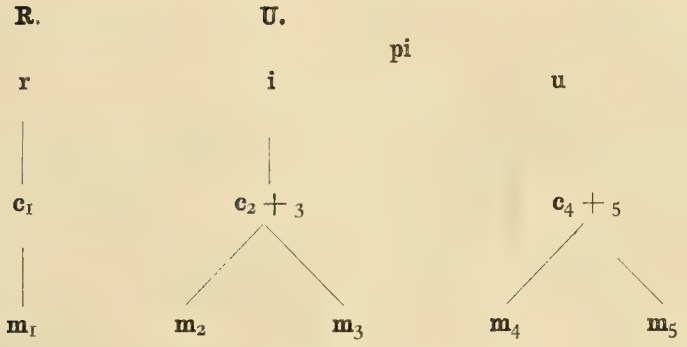
Es erhellt daraus, dass das Vorkommen eines Centrale bei *Hyperoodon* nicht constant ist.

Ziphius cavirostris Cuvier.

Taf. III Fig. 18.

Die Untersuchung eines im Jenaer Museum für vergleichende Anatomie aufbewahrten *Ziphius*-Skeletes ergab mir Folgendes: Von den proximalen Carpalien ist das Intermedium das grösste, an Grösse indes doch bei weitem nicht so die anderen überwiegend als im Carpus des *Hyperoodon*. An distalen Carpalien finde ich nur drei. Das Carpale distale 1 sitzt dem Radiale allein auf. Das Carpale distale 2 ist ziemlich breit, auch das dritte stark verbreitert. Letzteres liegt dem Ulnare auf und mit einer Facette dem Intermedium an.

Ein grosses, dem Radiale und dem dritten distalen Carpale angrenzendes Pisiforme ist vorhanden. Das Metacarpale 1 ruht auf dem Carpale distale, die Metacarpalia 2 und 3 auf dem zweiten, die Metacarpalia 4 und 5 auf dem dritten distalen Carpale. An der Oberseite der Hand sieht man eine zarte Furche als Andeutung einer früheren Trennung zweier Carpalia, was genau mit Bardeleben's Angaben übereinstimmt. Wenn ich auch keine Trennungslinie an dem mittleren Carpale distale bemerken konnte, so scheint es mir doch ausser Zweifel, dass dieses aus den verschmolzenen Carpalia distalia 2 und 3 gebildet ist. Dafür spricht einerseits die Thatsache, dass Metacarpale 2 und 3 diesem Knorpelstück aufsitzen, andererseits auch ein Vergleich mit der Hand des nahe verwandten *Hyperoodon*. Aus dem Vergleiche ergiebt sich, dass die bei *Hyperoodon* vorhandenen fünf Carpalia distalia bei *Ziphius* derart auf drei reducirt sind, dass Carpale distale 2 und 3, sowie Carpale distale 4 und 5 zu je einem neuen Carpalstück sich vereinigt haben. Das Schema für den Carpus des *Ziphius* würde demnach sein:



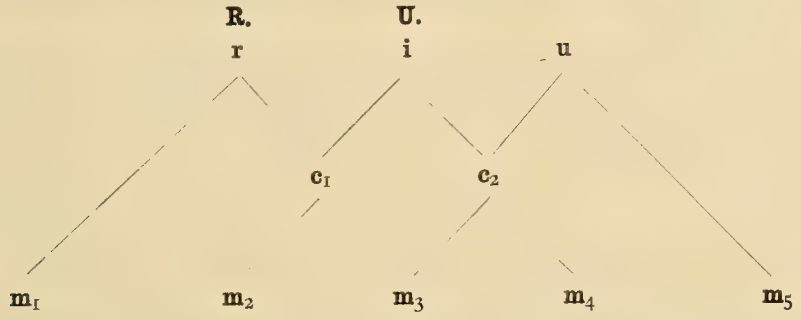
Die Phalangenzahl ist folgende:

I.	II.	III.	IV.	V.
2	6	6	4	3

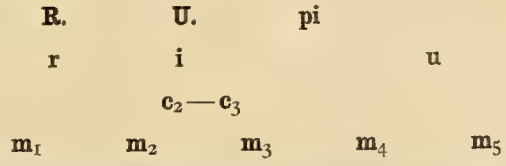
Phocaena communis LESS.

Carpus.

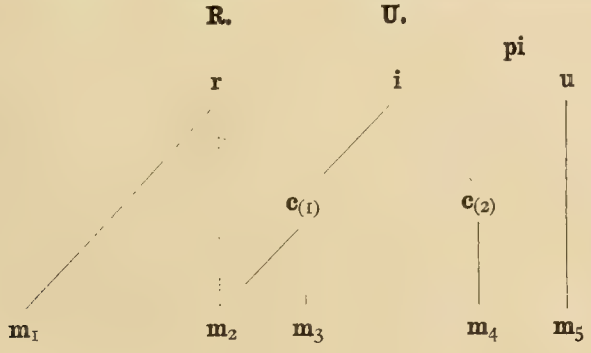
Für den Carpus von *Phocaena communis* stellt WEBER das Schema auf:



Dieses Schema stimmt mit dem von LEBOUCQ für einen Fötus von 13 cm Länge gegebenen:



überein. Auch meine Untersuchung an den Händen eines erwachsenen Thieres ergeben fast dasselbe, nur die Art der Verbindung der Carpalseite ist etwas anders. Ich möchte das Schema so formuliren:



Die eingeklammerten Zahlen hinter den beiden distalen Carpalien sollen selbstredend nichts Bestimmtes über deren Natur aussagen.

Was die Deutung der einzelnen Carpaltheile anlangt, so schliesse ich mich im Allgemeinen Weber an. Demnach ist das Carpale distale 1 entweder ganz weggefallen oder mit dem Metacarpale verschmolzen, oder aber in r enthalten, indem r dann gleich dem Radiale + Carpale distale 1 wäre. Das als Carpale distale (1) bezeichnete Stück ist dann als Carpale distale 2 + 3 aufzufassen. Für das Carpale distale (2) des Schemas hingegen möchte ich die Annahme, es bestände aus Carpale distale 4 + 5, zurückweisen. Es erscheint mir nämlich durch Vergleichungen wahrscheinlicher, dass wir in letzterem Theile das Carpale distale 4 vor uns haben, während das Carpale distale 5, analog wie ich es bei *Beluga* direct nachgewiesen, mit dem Ulnare verschmolzen ist. Möglich wäre es auch noch, dass das von mir als Ulnare bezeichnete Stück gar kein solches ist, sondern das Carpale distale 5, und dass das Ulnare, wie es Weber von *Tursiops* und *Lagenorhynchus* angiebt, in der Jugend vorhanden ist, meist aber später verschwindet oder mit dem Intermedium verschmilzt. Eine endgültige Lösung dieser Frage wird eventuell durch erneute Untersuchung sehr kleiner *Phocaena*-Embryonen erzielt werden. Die Untersuchung eines als *Phocaena ventricosa* signirten Embryo von 49,8 cm Länge ergab mir bezüglich dieses Punktes keine neuen Resultate.

Die Phalangenzahl war an beiden Händen der mir vorliegenden *Phocaena communis* folgende (die Metacarpalia stets mitgezählt):

I. Finger	II. Finger	III. Finger	IV. Finger	V. Finger	
2	8	6	4	2	(Kükenthal)

Andere Autoren geben an:

I	II	III	IV	V	
2	7	6	4	1	(van Beneden und Gervais)
2	8	6	4	2	(Camper)
2	8	6	3	2	(Rapp)
2	8 bis 10	7	3	1 bis 2	(Macalister)
3	8	8	5	3	(Weber)
3	8	8	5	2	(Weber)

Für einen Embryo von 13 cm Länge gelten nach Leboucq die Zahlen:

3	10	9	6	4

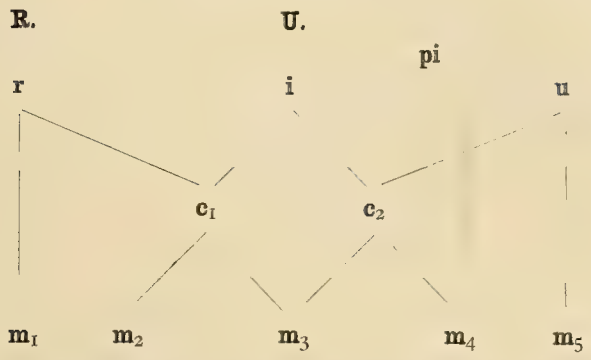
und für einen Embryo von 32,5 cm Länge nach Weber:

2	9	9	5	2.

Wenn auch der Unterschied in der Phalangenzahl zwischen erwachsenen Thieren und Embryonen nicht bedeutend ist, so scheint er doch unzweifelhaft vorzuliegen, und zwar in der Art, dass der Embryo eine grössere Phalangenzahl besitzt als das erwachsene Thier.

Delphinus delphis.

Auch dieses Odontoceten Hand besitzt, wie bereits bekannt, drei proximale Carpalia und nur zwei distale. Die Lagebeziehungen der Carpaltheile lassen sich nach der von mir geprüften Hand durch folgendes Schema ausdrücken:



Es stimmt mein Schema genau mit dem von Weber gegebenen überein. Die Lage und Gestalt des von anderen Autoren und auch von mir als Metacarpale 1 bezeichneten Knorpelstückes lässt indessen den Gedanken aufkommen, als ob wir ein Carpale distale 1 vor uns hätten. Jedenfalls erscheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass wir es mit einem verschmolzenen Carpale distale 1 und Metacarpale 1 früherer Stadien zu thun haben dürften. Möglich bleibt es freilich auch, dass das Carpale distale 1 verschwunden oder mit dem Radiale verschmolzen ist. Ich hoffe, dass ich diese Frage endgültig zu lösen im Stande sein werde, sobald ich mich in den Besitz des nöthigen betreffenden embryologischen Materiales zu setzen vermocht.

Die Zahl der Phalangen beträgt an meinem Exemplare:

I	II	III	IV	V
2	9	7	3	1

Andere Autoren geben diesbezüglich an:

I	II	III	IV	V	
2 bis 3	8 bis 9	5 bis 7	2 bis 4	1 bis 2	(Flower)
2	9	7	4	2	(Cuvier)
2	10	7	3	2	(van Beneden und Gervais)

Für Hände von Embyonen:

I	II	III	IV	V						
3	10	8	5	3	(?)	(Weber)	(Embryo	von	18,1	cm Länge)
3	11	8	5	3		(Weber)	„	„	20,3	„ „
3	10	9	6	4		(Lebouco)	„	„	13	„ „

Aus diesen Zahlen folgt ebenfalls, wie aus allen früheren derartigen Vergleichungen, dass die Hand der Embryonen eine grössere Phalangenzahl besitzt als die der erwachsenen Thiere.

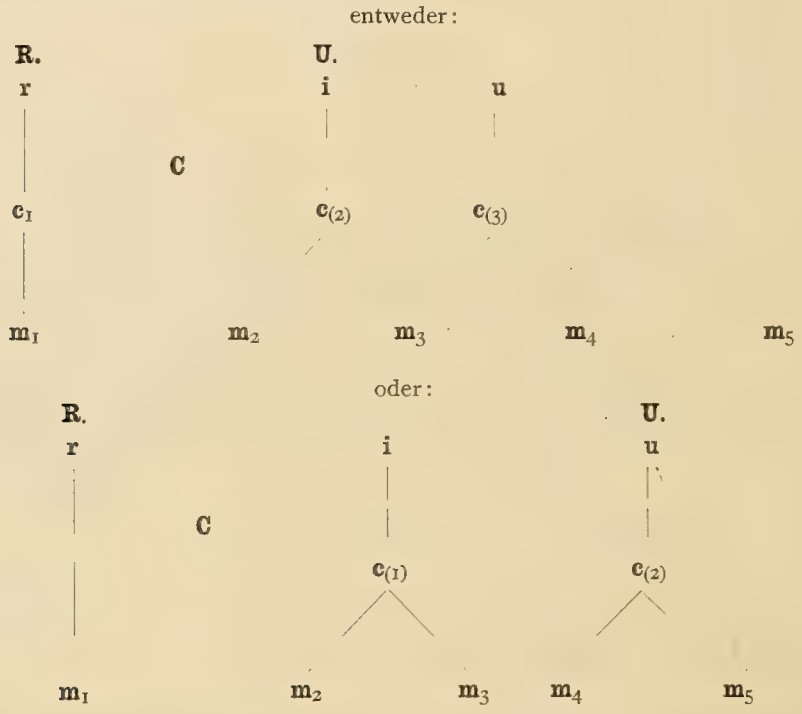
Lagenorhynchus acutus Gray.

Die Sammlung des zoologischen Institutes zu Jena bot mir einen Embryo dieser Art von 45,5 cm Länge. Obgleich er als *Delphinus leucopleurus* bezeichnet war, wähle ich nach Flower's Vorgang obigen älteren Namen. Die Hand desselben zeigt folgende Verhältnisse:

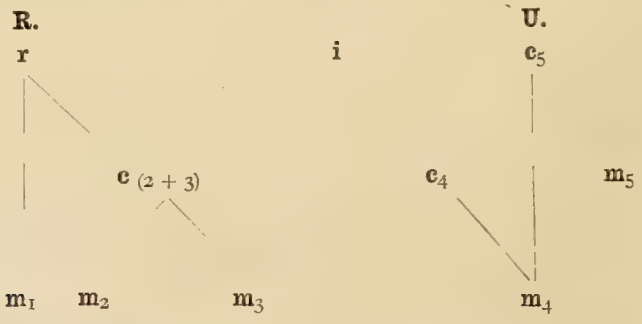
Von den drei proximalen Carpalien ist das Radiale das grösste. Es erhebt sich dann gleich die Frage, ob zwei oder drei distale Carpalien zu unterscheiden sind, da das von mir als Carpale distale 1 angesprochene Knorpelstück vielleicht als Metacarpale 1 aufgefasst werden könnte, während c1 verschwunden,

oder mit dem Radiale verschmolzen wäre. Vielleicht endlich entspricht auch dieses als c1 bezeichnete Knorpelstück dem Producte einer Verschmelzung des alten Carpale distale 1 mit dem Metacarpale. Ich muss indes vorerst diese Frage vollkommen offen lassen.

Das Schema für vorliegende Art wäre also:



Letzteres Schema würde mit folgendem von Weber für *Lagenorhynchus* gegebenen der Hauptsache nach übereinstimmen:



Abweichend von meinem Schema wäre nur, dass Weber das von mir als Ulnare gedeutete Knorpelstück als Carpale distale 5 auffasst, während das in früherer embryonaler Zeit vorhandene Ulnare verschwunden oder mit dem Intermedium verschmolzen sein soll. Zudem ist in der embroynalen Hand meines *Lagenorhynchus* ein kleines, aber deutliches Centrale vorhanden. Dieses besitzt dieselbe Lage und Grösse, wie das gleiche Carpalstück bei *Globiocephalus*, weshalb es mir wahrscheinlich scheint, dass es, wie bei letzterem, nicht mehr constant in Erscheinung tritt (siehe Taf. III Fig. 19).

Die Zahl der Phalangen ist:	2	11	7	3	3
die der entsprechenden Knochenkerne:	0	6	4	1	0

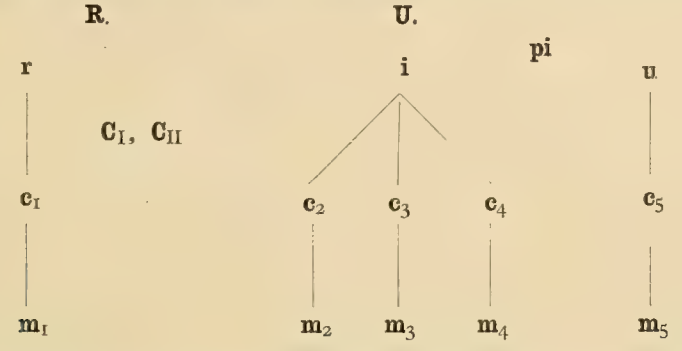
Vergleichende Uebersicht über den Bau der Cetaceenhand.

Carpus.

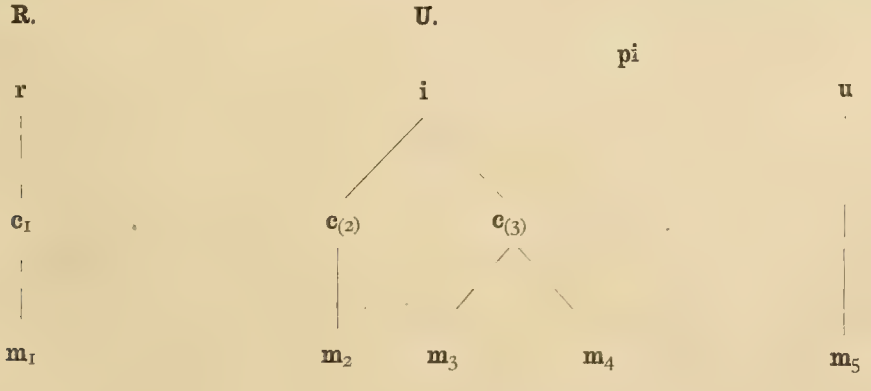
Fassen wir alle vorgehenden Befunde zusammen und vergleichen sie mit den Angaben anderer Autoren, in ähnlicher Weise, wie es WEBER in seiner mehrfach erwähnten schönen Abhandlung gethan hat, so kommen wir zu folgenden Betrachtungen. Als Richtschnur für eine Beurtheilung des Carpus können wir GEGENBAUR's [1]) Ausspruch: »Wir sehen, wenn wir gerade speciell die Entwickelungsverhältnisse der Hand- oder Fusswurzel betrachten, wie Veränderungen der Zahl der Stücke immer nur Verminderungen sind, die durch Verschmelzung mehrerer untereinander zu Stande kommen, und es besteht kein einziger Fall, in welchem schon selbständig präformirte Stücke sich wiederum theilen«, voranstellen.

Bei einer vergleichend-anatomischen Behandlung des Carpus der Wale müssen wir demnach diejenige Form zum Ausgangspunkte wählen, welche die meisten Carpalelemente, d. h. den am wenigsten veränderten Carpus besitzt.

Als der vollkommenste Carpus ist danach der des jüngsten Embryonalstadiums von *Beluga leucas* anzusehen. Für ihn hatte ich folgendes Schema aufgestellt:

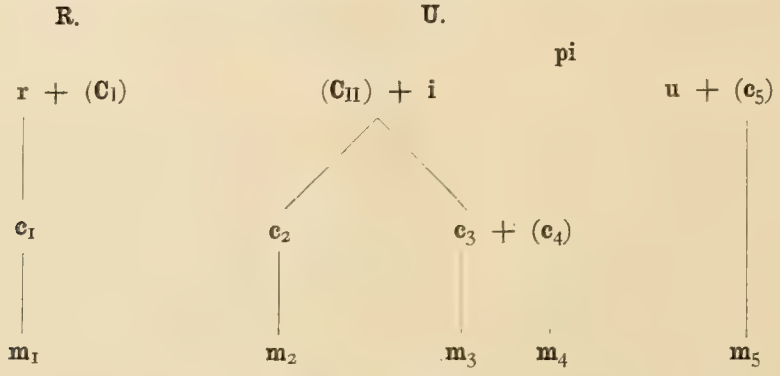


Von diesem Stadium aus lassen sich zunächst eine Reihe von Zuständen ableiten, die schliesslich bei der erwachsenen *Beluga* am einfachsten geworden sind. Das Schema für den reducirten Carpus letzterer ist folgendes:



1) GEGENBAUR: Untersuch. z. vergl. Anat. der Wirbelthiere I. Carpus und Tarsus. 1864. p. 11.

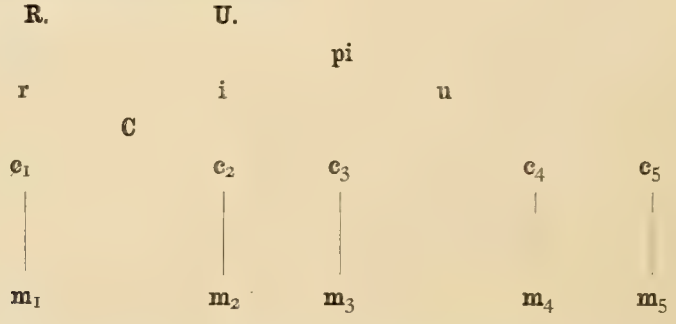
Wie ein solcher Carpus entstanden ist, welche Verschmelzungen dabei stattgefunden haben, wurde bereits in dem dem Carpus von *Beluga leucas* speciell gewidmeten Kapitel ausgeführt. Es wird daher genügen, wenn ich hier nur folgendes Schema zur Erklärung aufstelle:



Damit wird der directe Nachweis geführt, dass das Carpale distale 5 mit dem Ulnare verschmelzen kann, was für die Beurtheilung der Carpalverhältnisse bei anderen Walen wichtig erscheint.

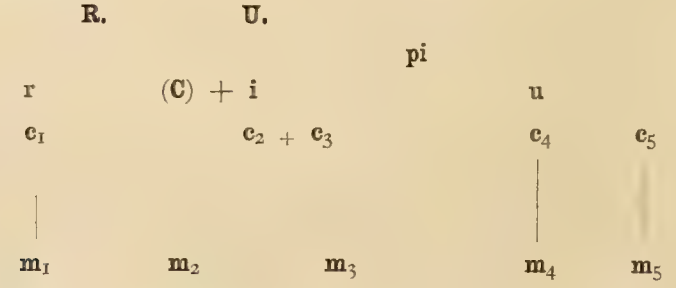
Dem oben vorgeführten embryonalen Carpus von *Beluga* möchte ich den vom Embryo des *Monodon monoceros* nach Leboucq's [1]) Angaben anreihen.

Das Schema für diesen lautet bei Leboucq:



Ueber die weiteren Reductionen erwähnt citirter Autor, dass das Centrale mit dem Intermedium oder mit dem Carpale distale 2 verschmolzen sein kann, ferner, dass c$_2$ und c$_3$ sich vereinen.

Das Schema wäre dann:

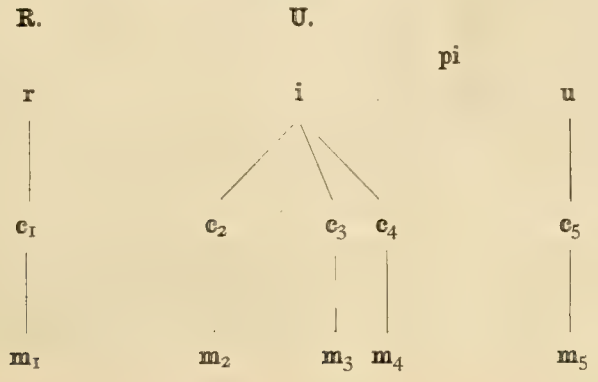


Von der embryonalen Hand der *Beluga* und des *Monodon* zu der des *Hyperoodon* ist es nur ein Schritt. Leider fehlen Angaben über den embryonalen Carpus des letzteren, aber schon der des erwachsenen

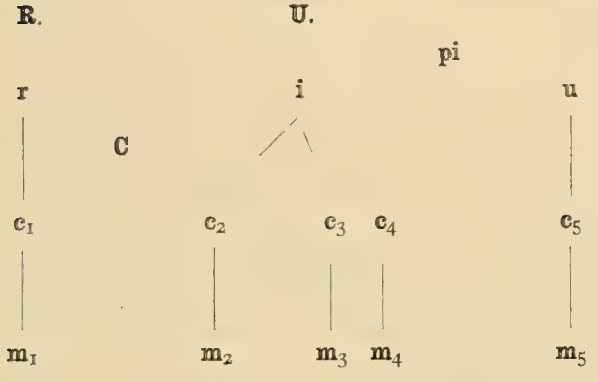
1) Leboucq: La nageoire pectorale etc. Anatom. Anzeiger. 1887. p. 203.

Thieres zeigt grosse Annäherung an die Zustände bei *Beluga* und *Monodon*. Nach Turner und mir setzt sich der Carpus von *Hyperoodon* aus folgenden Elementen zusammen:

entweder:



oder:

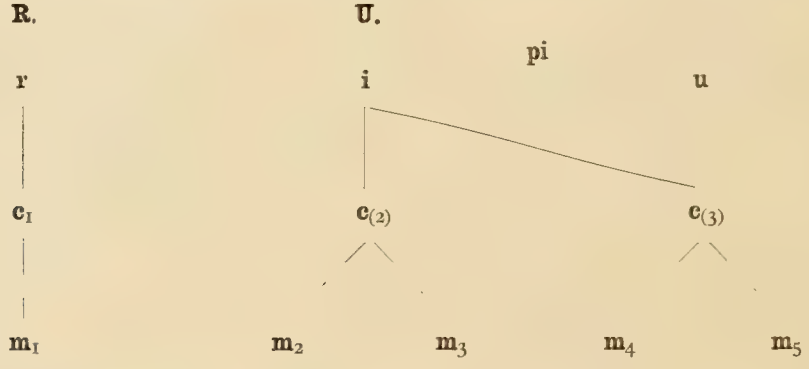


Andere Autoren schreiben *Hyperoodon* nur 4 oder 3 distale Carpalia zu. Eine bestimmte Ansicht über dieses Verhalten äussert nur Weber: »Ontogenetisch entsteht c_5 bei *Hyperoodon* zu allerletzt, und zwar so spät, dass es erwachsenen Exemplaren noch fehlen kann, was dafür spricht, dass dieses distale Carpale im Begriff steht, auch hier in Wegfall zu kommen.« Vergleiche ich mit dieser Angabe die von Weber gegebene Abbildung des *Hyperoodon*-Carpus, so erscheint es mir wahrscheinlich, dass jenes distale Carpale wohl vorhanden, nur nicht verknöchert ist. Ueberhaupt legt, meiner Ansicht nach, Weber der Verknöcherung eine viel zu hohe Bedeutung bei, indem er für die verknöcherten Carpalien eine verschiedene morphologische Werthigkeit beansprucht, als für die knorpeligen. Zur Stütze dieser meiner Ansicht mag folgender Satz Weber's Platz finden: »In diese dritte Abtheilung müsste eigentlich auch *Monodon monoceros* und *Beluga leucas* aufgenommen werden, da nach neuester Untersuchung von Lebouco hier gleichfalls fünf resp. vier distale Carpalia gefunden werden. Jedoch beim Fötus, von knöchernen Carpalia spricht er nicht. Ueber diese aber, die uns hier interessiren, weiss ich nach den Skeletten, die ich gesehen habe, nichts Sicheres mitzutheilen.«

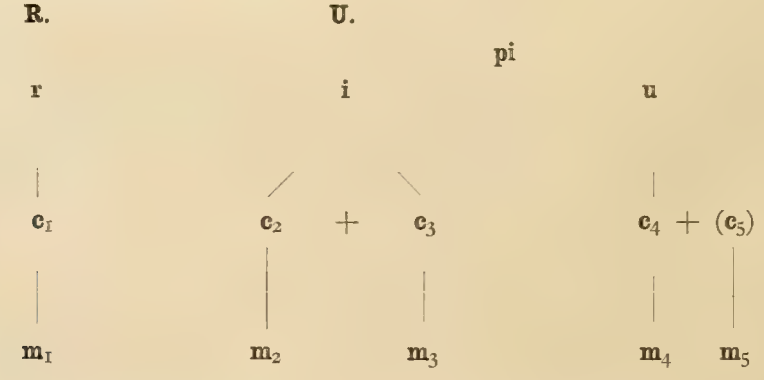
Mir scheint eine derartige Aufstellung einer verschiedenen morphologischen Werthigkeit knöcherner und knorpeliger Carpalelemente nicht angebracht. Die Verknöcherung erfolgt in vielen Fällen ausserordentlich langsam und unvollständig. Wollte ich hier Weber folgen, so käme ich an einer von mir frisch untersuchten Hand des erwachsenen *Hyperoodon* zu dem Resultate, dass überhaupt nur ein Carpale distale

vorhanden ist, da die übrigen vier noch keine Spur einer Verknöcherung aufweisen. Weber hat jedenfalls als Grund seiner Auffassung im Auge gehabt, dass postembryonale Verschmelzungen von Carpalelementen eine Rolle bei der Bildung des knöchernen Carpus erwachsener Thiere spielen sollen. Es soll bei der Ossification der knorpelig präformirten Carpalia eine Verschmelzug solcher Ossificationen statthaben. Aus meinen eigenen Untersuchungen könnte ich nicht einen sicheren Fall anführen, der im Stande wäre, diese Anschauung zu stützen. Ich habe vielmehr stets gefunden, dass da, wo Verschmelzungen stattfinden, dieselben in embryonalen Händen von Seiten knorpeliger Carpaltheile erfolgen. Auch die von Weber angeführten Beispiele scheinen mir keine beweisende Kraft zu besitzen. Es handelt sich in diesen Fällen jedenfalls nur um eine gewisse Variabilität innerhalb einer Species, wie ich sie an anderen Orten nachgewiesen zu haben glaube.

Eine sichere Grundlage, wie man sich die Verminderung der distalen Carpalien bei *Hyperoodon* und seinen nächsten Verwandten zu denken hat, liefert mir die Hand eines *Ziphius,* über welche bereits Bardeleben [1]) eine kurze Notiz gebracht hat. Das Schema für dieselbe ist:



Aus den früher mitgetheilten Beobachtungen geht nun hervor, wie $c_{(2)}$ und $c_{(3)}$ entstanden sind. Folgendes Schema bringt das zum Ausdruck:



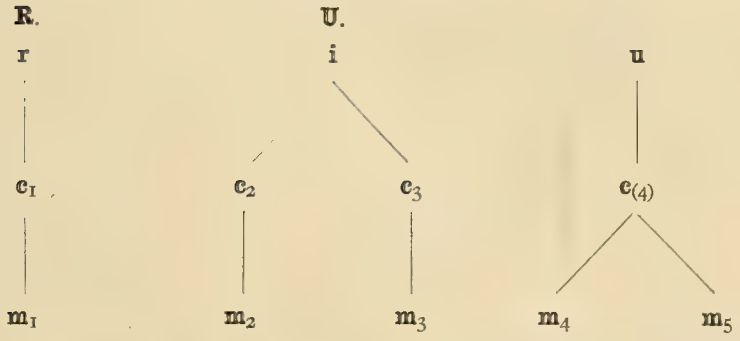
Es hat also eine Verschmelzung von Carpale distale 2 und 3 einer-, von Carpale distale 4 und 5 andererseits stattgefunden. Letztere Verschmelzung ist schon von Bardeleben erkannt und bekannt gegeben.

Ein ähnliches Verhalten bietet die Hand eines von Malm [2]) beschriebenen Odontoceten, *Micropteron bidens,* der ebenfalls zu den *Ziphioiden* gehört. Aus Malm's Abbildung entnehme ich folgendes Schema:

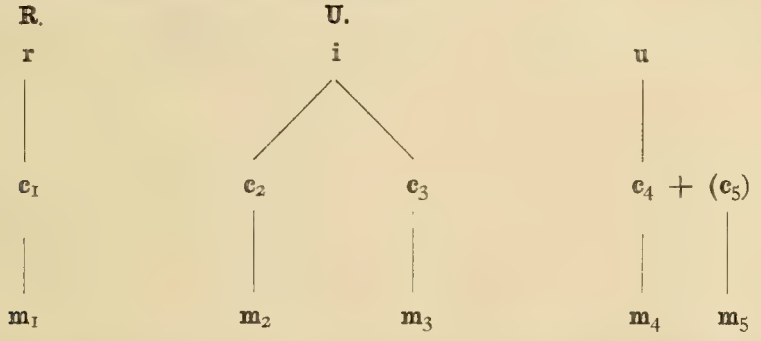
---

1) Bardeleben: l. c.

2) Malm: Hvaldjur i Sveeiges Museer. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handlinger. Ny Följd IX. Bd. 1870.

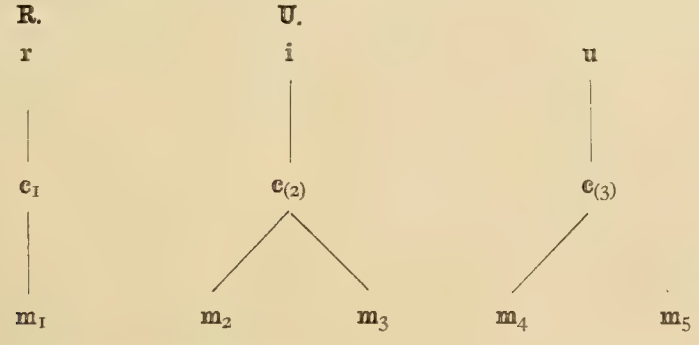


Die eigenthümliche breite Form des $c_{(4)}$ genannten Carpalstückes zeigt seine Zusammensetzung aus c_4 und c_5 an. Zur Erläuterung diene das Schema:

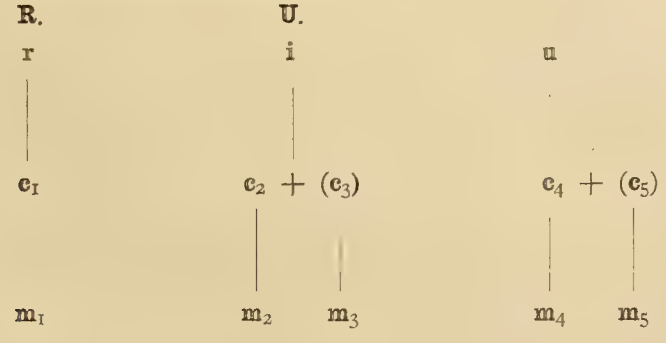


Damit wird dieser Zustand auf den einfacheren bei *Hyperoodon* zurückgeführt.

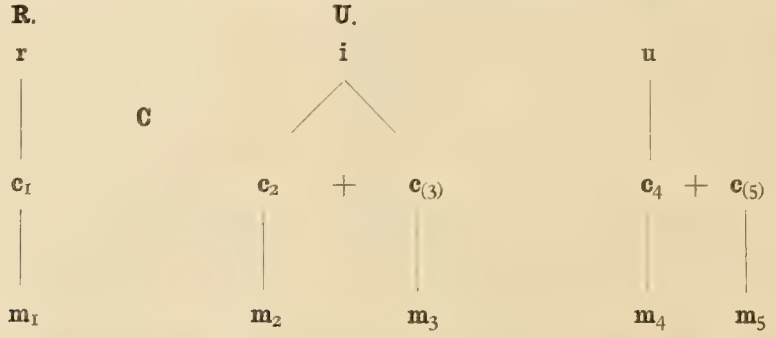
Der in Rede stehende, mit dem *Mesoplodon* anderer Autoren synonyme Wal zeigt ferner folgende weiteren Veränderungen, die bereits Weber angeführt und richtig gedeutet hat, nach Angaben von Turner, van Beneden und Gervais:



Die Zurückführung erfolgt nach dem Schema:



Die von Turner beschriebene Hand des *Mesoplodon bidens* zeichnet ausserdem das Vorkommen eines Centrale aus. Dasselbe hat genau die gleiche Form und Lage wie das von mir an der Hand eines *Hyperoodon* beschriebene. Der Carpus dieses Thieres liesse sich also in folgendem Schema ausdrücken:



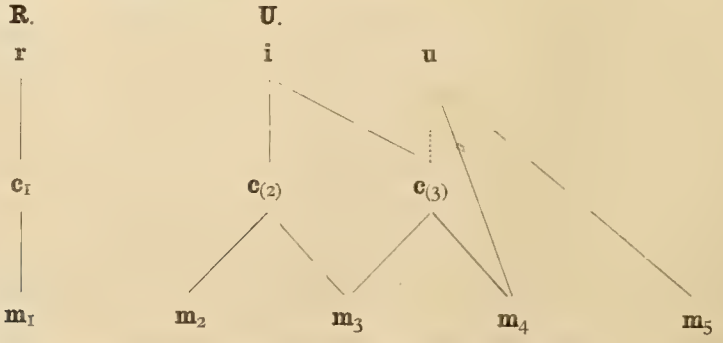
Bevor ich nun dazu übergehe, die schwierige Frage zu beantworten, wie man sich den Carpus anderer *Cetaceen* mit nur drei oder zwei distalen Carpalien entstanden zu denken hat, möchte ich erst noch einmal das bis jetzt Gewonnene zusammenfassen:

In einigen embryonalen, aber auch erwachsenen Walhänden sehen wir Zustände des Carpus ausgebildet, die wir als ursprünglichere bezeichnen müssen. Diese stimmen darin untereinander überein, dass sich 5 gesonderte distale Carpalien vorfinden. Es erfolgt dann eine Reduction durch Verschmelzung, die sich embryologisch wie vergleichend-anatomisch nachweisen lässt, und zwar ist die Verschmelzung zweierlei Art: entweder tritt das Carpale distale 5 mit dem Ulnare zusammen, oder mit dem Carpale distale 4. Ersteren Zustand möchte ich den **Belugatypus**, letzteren den **Ziphiustypus** nennen.

Meine vorstehende Auffassung steht auf dem sicheren Boden vergleichend-anatomischer und embryologischer Thatsachen. Bei den folgenden Versuchen, weiter eintretende Reductionen zu erklären, muss ich diesen Boden vielfach verlassen und kann ebenfalls nur, in vollster Uebereinstimmung mit Weber, geehrte eventuelle Kritiker bitten, im Auge zu behalten, dass diese Deutungen provisorische sein sollen.

Es soll zunächst versucht werden, die mit nur drei distalen Carpalien versehenen Hände auf einfachere Zustände zurückzuführen.

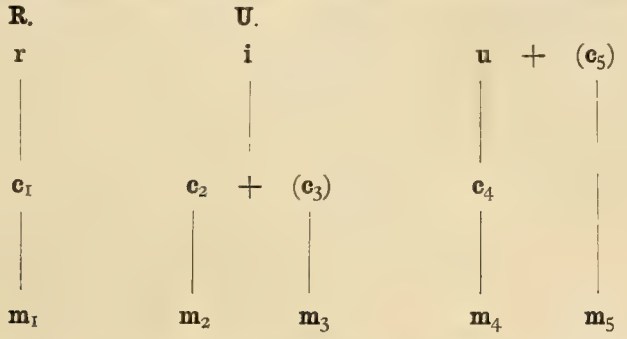
Nach der Malm'schen Abbildung [1]) (der Text kann hier nicht berücksichtigt werden, da der Autor in den Grundauffassungen über die Bedeutung der einzelnen Carpaltheile abweicht) ist zunächst *Inia Geoffroyi* hierher zu stellen. Das Schema für den Carpus ist:



Ein Vergleich mit dem Carpus von *Beluga* ergiebt, das wir es hier mit einer sehr wahrscheinlichen

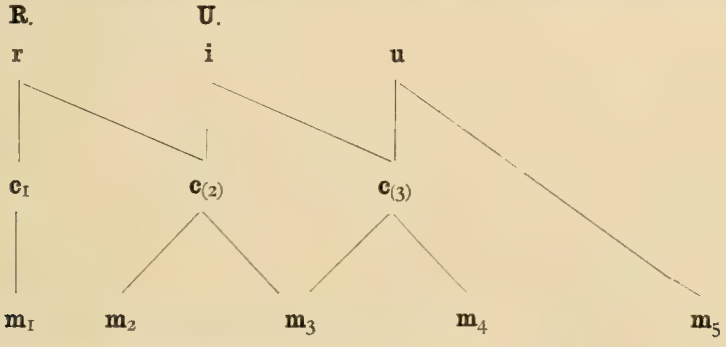
1) Malm: l. c. Taf. VI. Fig. 57.

Verschmelzung von Ulnare mit Carpale distale 5 zu thun haben. Ferner ist $c_{(2)}$ aus $c_2 + c_3$ entstanden zu denken, während $c_{(3)}$ das Carpale distale 4 ist. Folgendes Schema mag dieses erläutern:

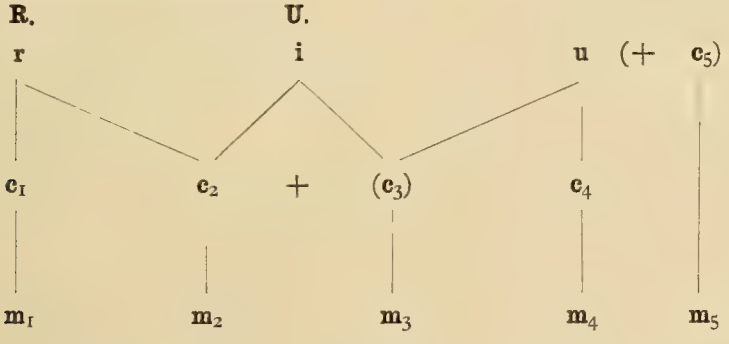


Auf die Weise wäre der Carpus von *Inia* auf den *Beluga*-Typus zurückgeführt.

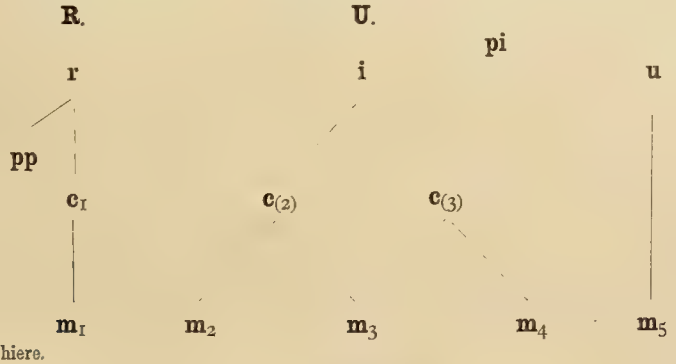
Mit *Pontoporia tenuirostris* verhält es sich ganz ähnlich. Das Schema für den Carpus letzterer Art ist:



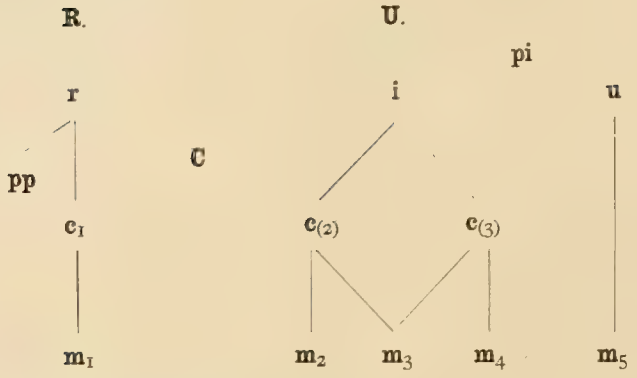
Die Entstehung dieses Carpus erklärt:



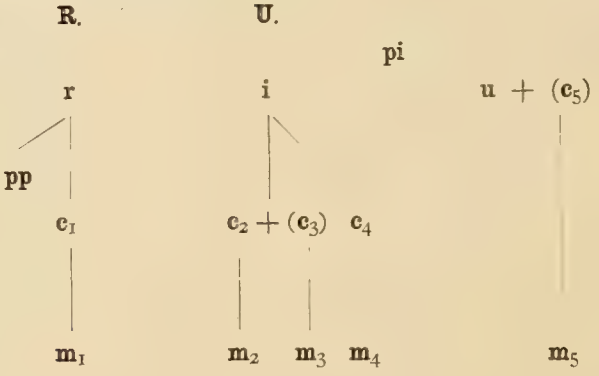
Auch *Globiocephalus* weist ähnliche Verhältnisse auf. Die beiden für ihn geltenden Schemata:



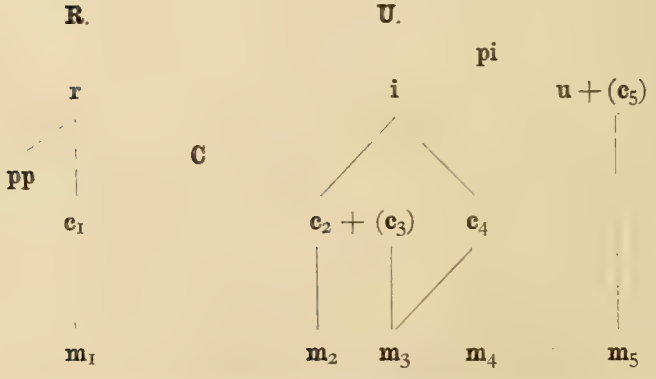
und



lassen sich folgendermaassen zurückführen:



und



Die drei Arten: *Inia, Pontoporia* und *Globiocephalus* liessen sich also bezüglich ihres Carpus dem *Beluga*-Typus einreihen.

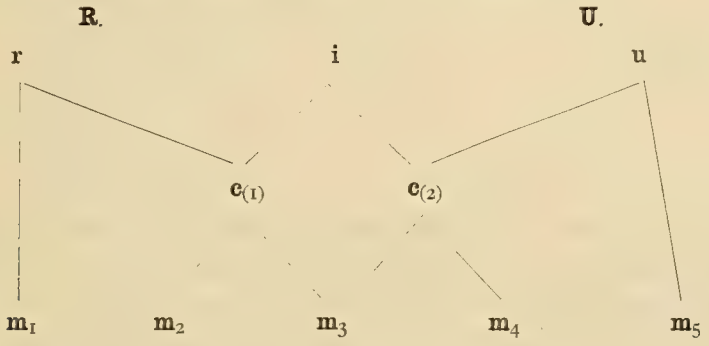
Eine Anzahl anderer *Cetaceen* besitzt drei distale Carpalien, die sich auf den *Ziphius*-Typus zurückführen lassen. Zum Theile wurden dieselben schon bei Besprechung des Carpus von *Hyperoodon* behandelt. Während das Vorhandensein von nur drei distalen Carpalien bei *Hyperoodon* nicht auf Verschmelzung, sondern auf unvollständige Verknöcherung zu schieben ist, ist von mir bei *Ziphius* eine Verschmelzung von Carpale distale 2 und 3, sowie von 4 und 5 nachgewiesen, ein Gleiches durch Turner bei *Mesoplodon bidens*.

Meiner Auffassung nach würden sich die *Bartenwale* in Bezug auf ihren Carpus an die *Ziphioiden* anschliessen. Sämmtliche Abbildungen, welche ich daraufhin prüfen konnte, bestätigten diese Ansicht, dass

nämlich der Carpus der *Bartenwale* nach dem *Ziphius*-Typus gebaut ist. Ich würde indes den sicheren Boden durchaus verlassen, wenn ich allein auf Grund der meist höchst mangelhaften Zeichnungen diese Meinung als sicher begründete hinstellen wollte, ohne eigene Untersuchungen an *Bartenwalen* gemacht zu haben, wozu mir bislang die Möglichkeit fehlte. Erst wenn ich mich in den Besitz ausreichenden frischen Materiales auch aus dieser Gruppe gesetzt habe, gedenke ich die Frage weiter zu verfolgen.

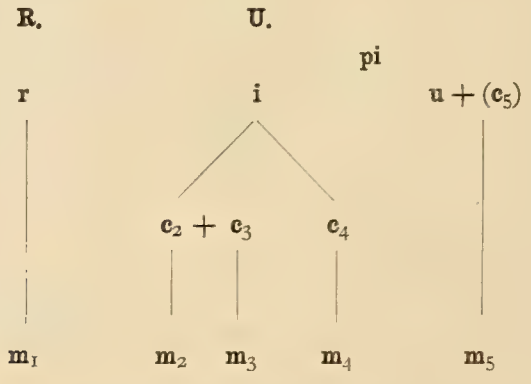
Nunmehr mögen auch noch die Carpi Revue passiren, welche nur zwei distale Carpalia aufweisen. Weber hat schon folgende Formen als Träger solcher Carpen bezeichnet: *Physeter macrocephalus, Grampus griseus, Pseudorca cranidens, Orca gladiator, Sotalia pallida, Phocaena communis, Delphinus delphis, Lagenorhynchus albirostris* (altes Thier), *Tursiops tursio, Platanista gangetica* (?).

Das Carpus-Schema für alle aufgezählte Arten ist nach Weber:



Auch in den Hauptpunkten von Weber's weiteren Ausführungen muss ich dem gewiegten Cetaceenforscher zustimmen. Die weiterschreitende Reduktion erfolgt, indem das Carpale distale 1 nicht mehr als selbständiges Knorpelstück existirt. Was ist nun aus diesem Carpale geworden? Ist es gänzlich verschwunden oder irgend welche Verschmelzung eingegangen? Bei *Beluga* gab ich bereits an, dass das als Carpale distale 1 bezeichnete Stück eine ziemlich bedeutende Länge besitzt und ich deshalb eine schon von Lebouco vermuthete Verschmelzung von diesem Carpale mit dem Metacarpale 1 für wahrscheinlich halte. In den Händen aller anderen Wale, denen dieses Carpale zukommt, besitzt es gleichfalls eine derartige Länge, so bei *Globiocephalus*. Für letzteren habe ich es schon im Vorhergehenden durch Vergleich mit dem jüngsten Embryonalstadium sehr wahrscheinlich gemacht, dass wir hier eine Verschmelzung des alten Carpale distale 1 mit dem Metacarpale 1 vor uns haben. Unter den Walen mit drei distalen Carpalien scheint dieses Verhalten, soweit wir aus Grössenverhältnissen darauf schliessen können, allgemein zu sein; stets aber überwog hier bei der Verschmelzung das Carpale distale 1. Prüfen wir nun die Verhältnisse bei den mit nur zwei distalen Carpalien versehenen Walen, so fällt zuerst auf, dass es mitunter fraglich bleiben kann, ob nicht das erste Metacarpale auch als Carpale distale zu bezeichnen wäre. Solche Zwischenformen liefern der von mir untersuchte *Lagenorhynchus acutus*-Embryo, der Embryo von *Phocaena communis*, sowie die Hände des erwachsenen *Delphinus delphis*. In diesen Fällen ist es wirklich fraglich, ob man das betreffende Knorpelstück als Carpale distale 1 oder als Metacarpale 1 ansehen soll. Bei anderen Walen hingegen lässt es sich als Metacarpale 1 ansprechen. Wir hätten dann also aus dem Zustande mit drei distalen Carpalien den mit nur zweien abgeleitet. Um kurz zu wiederholen: Durch die Verschmelzung des Carpale distale 1 mit dem Metacarpale 1 entsteht, wenn ersteres überwiegt, ein neues Carpale distale 1, wenn letzteres grösser ist, ein neues Metacarpale 1. Es ist indes diese Auffassung noch durch weitere embryologische Befunde besser zu begründen.

Lassen wir die Formen hinweg, welche, zum *Ziphius*-Typus neigend, nur durch mangelhafte Verknöcherung eine Verminderung der distalen Carpalia auf zwei aufweisen, so dürften wir folgendes Schema zur Erklärung dieser Reduction aufstellen:



Die Resultate vorliegender Betrachtung, kurz zusammengefasst, ergeben:

1) **Der Carpus der Cetaceen ist von einem Zustande abzuleiten, welcher die drei proximalen Carpalien in typischer Lagerung besass, ferner fünf distale Carpalien aufwies, von denen jedes ein Metacarpale trug. Zwischen beiden Reihen lagen eventuell zwei Centralia (*Hyperoodon*, embryonaler Carpus von *Beluga*).**

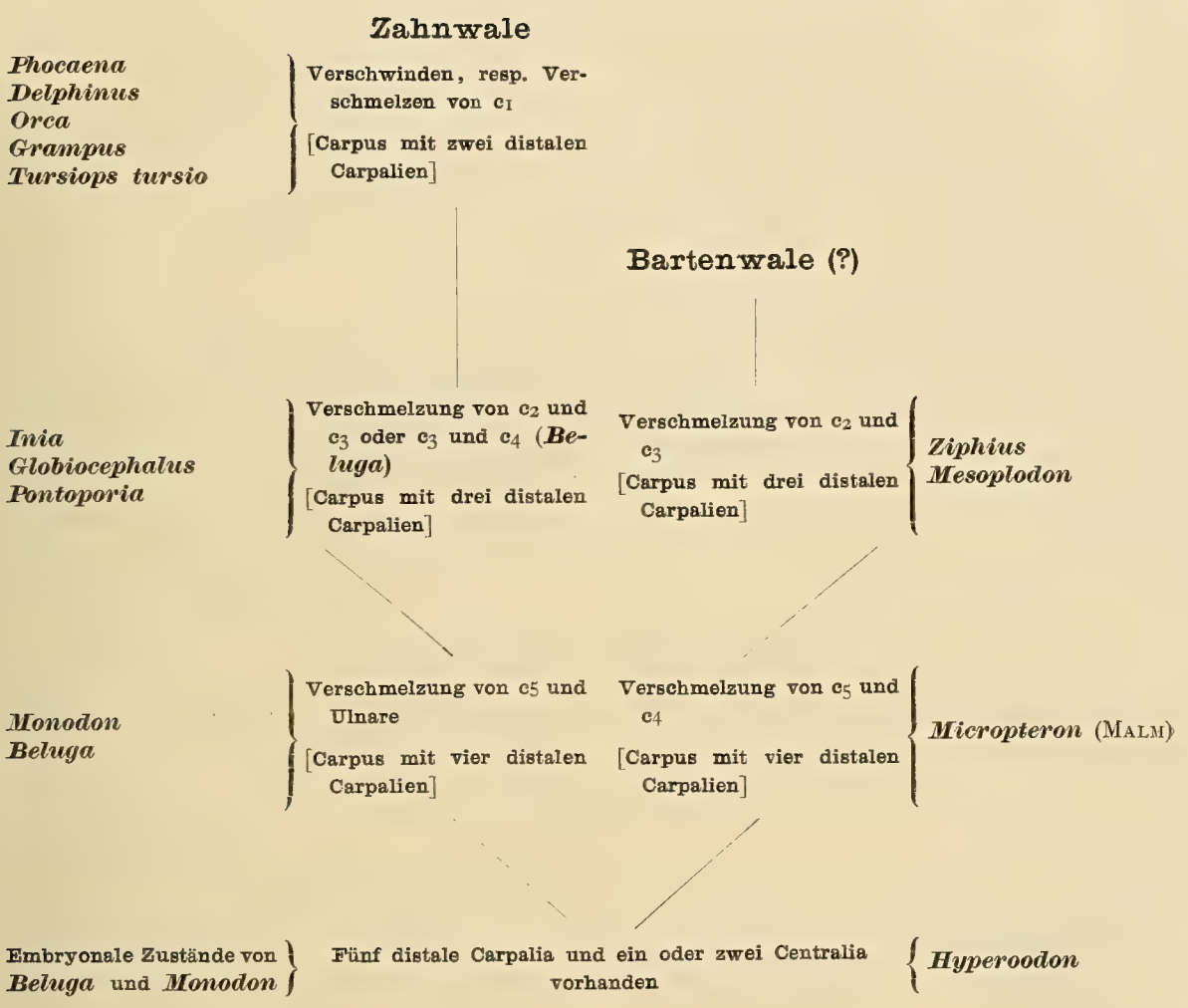
2) **Die erste Reduction in der Zahl der Carpalelemente erfolgt dadurch, dass Carpale distale 5 seine Selbständigkeit aufgiebt. Indem es sich entweder mit dem Carpale distale 4 zu einem Hamatum, oder mit dem Ulnare verbindet, entstehen zwei Typen des Cetaceencarpus, die ich als den *Ziphius*- und den *Beluga*-Typus bezeichnet habe. Sämmtliche bekannten Cetaceenflossen scheinen sich in diese beiden Klassen unterbringen zu lassen.**

3) **Zum *Ziphius*-Typus können wir die Carpen von *Hyperoodon*, *Mesoplodon* (Micropteron), *Ziphius* und höchst wahrscheinlich die der Bartenwale vereinigen. Dem *Beluga*-Typus gehören die Hände aller Odontoceten (die *Ziphioiden* im weitesten Sinne ausgenommen) an.**

4) **Eine weitere Reduction erfolgt durch die Verschmelzung von Carpale distale 2 und 3. Sie ergiebt die Zustände des Carpus mit drei distalen Carpalien.**

5) **Endlich stellt sich noch eine Reduction durch Verschwinden des Carpale distale 1, respective Verschmelzen desselben mit dem ursprünglichen Metacarpale 1 ein. Daraus lassen sich die Zustände des Carpus mit zwei distalen Carpalien erklären.**

Zur Veranschaulichung des Gesagten mag nachfolgende Schemaform dienen:



Ueber das Vorkommen von Centralien im Carpus der Cetaceen.

Mit Recht wird in neuerer Zeit dem Vorkommen eines Centrale in der Hand der Säugethiere weittragende Bedeutung beigemessen.

Die älteren Forscher, so Cuvier, Meckel, Owen, de Blainville, Vrolik, Gratiolet et Alix, Humphry, Huxley, Mivart [1]) und Andere hatten es als einen abgespaltenen Theil des Radiale, Cuvier als einen solchen des Carpale distale 3 aufgefasst, und erst Gegenbaur wies auf seine morphologische Gleichwerthigkeit mit den übrigen Carpaltheilen, sowie auf seine Wichtigkeit für die Erkenntniss des Carpusbaues hin.

Demnach dürfte es nicht ohne Interesse sein, die von anderen Autoren gegebenen Thatsachen über das Centrale der Cetaceenhand mit meinen Befunden zu einem übersichtlichen Bilde zu vereinen.

Bei *Beluga leucas* hatte ich das Vorhandensein zweier deutlich von einander getrennter Knorpel-

1) Siehe diesbezüglich die Literaturnachweise Lebocq's: Recherches sur la Morphologie du Carpe. Arch. de Biol. 1884 p. 38.

stücke zwischen den proximalen und distalen Carpalien nachgewiesen und damit den von LEBOUCQ erwähnten Befund erweitert.

Diese beiden Centralia der *Beluga* liegen derart, dass sie mit dem Intermedium und Radiale eine geradlinige Reihe bilden. Ueber den Modus ihrer späteren Verschmelzung hatte ich angegeben, dass eine gewisse Variabilität bestehe, die sich aber doch bestimmten Gesetzen unterwerfe. Entweder verschmelzen beide Centralia untereinander und dann mit dem Intermedium, oder das eine Centrale vereint sich mit dem Intermedium, das andere mit dem Radiale. Ein Centrale vermag auch zu persistiren, und dann scheint es immer das dem Intermedium näher gelegene zu sein.

In der embryonalen Hand des *Monodon* wird ein Centrale durch LEBOUCQ bekannt gegeben.

TURNER hat ferner bei *Mesoplodon bidens* ein ziemlich grosses, zwischen Intermedium, Radiale, Carpale 1 und 2 gelegenes Centrale beschrieben und abgebildet. Desgleichen wies ich ein solches Centrale bei *Hyperoodon rostratus* nach. Dem *Globiocephalus* kann ein Centrale zukommen oder fehlen. Es wurde von TURNER und WEBER nachgewiesen, kann aber nach meinen Untersuchungen auch fehlen und ist dann selbst bei den kleinsten bis jetzt bekannten Embryonen nicht nachweisbar. (Siehe auch RYDER's citirte Abbildung).

Ein Centrale fand ich sodann in der Hand eines Embryo von *Lagenorhynchus acutus* GRAY. Es hat hier genau dieselbe Lage wie bei *Globiocephalus*.

Im Carpus der Cetaceen finden sich somit in einzelnen Fällen ein oder zwei Centralia. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die Centralia da auftreten, wo auch im übrigen der Carpus primitivere Verhältnisse aufweist.

Das Pisiforme.

Das Pisiforme ist ein so häufig vorkommendes Element der Cetaceenhand, dass man es fast als constant bezeichnen dürfte. An fast allen von mir untersuchten Formen vermochte ich es nachzuweisen.

TURNER beschreibt es von *Mesoplodon bidens* und *Hyperoodon rostratus*, FLOWER von *Inia* und *Physeter macrocephalus*, WEBER von *Tursiops tursio*. In seiner Lage variirt es etwas. Entweder findet es sich am Ende der Ulna (z. B. bei *Globiocephalus melas*), oder es ist am Ende der Ulna und am Procarpus befestigt (bei *Tursiops tursio*), oder es liegt dem Radiale und Carpale distale 1 an (bei *Ziphius*), oder findet sich endlich in der Höhe der distalen Carpalien (bei *Inia*).

In Bezug auf die Entstehung des Pisiforme glaube ich einiges Material beibringen zu können. An der Hand eines *Globiocephalus*-Embryo sehe ich das Pisiforme als einen mit der Ulna noch in directem Zusammenhang stehenden Fortsatz, während die übrigen einzelnen Carpalelemente schon aufs deutlichste von einander geschieden sind. Ein Gleiches vermochte ich an der Hand eines *Beluga*-Embryo zu constatiren, nur war hier bereits der Beginn einer Trennungsfurche vorhanden. Auch LEBOUCQ erwähnt für zwei Embryonen von *Monodon* einen derartigen Zusammenhang.

Diese embryologischen Thatsachen zeigen meines Erachtens deutlich, dass das Pisiforme der Cetaceen ein von der Ulna stammendes Element ist.

Eine gleiche Entstehung des Pisiforme wurde von LEBOUCQ [1]) am menschlichen Fötus beschrieben: »La différenciation du cubitus progresse dans le sens proximo-distal, de sa partie moyenne vers le carpe.

---

1) LEBOUCQ: Recherches sur la Morphologie du Carpe. Arch. de Biologie. Tome V 1884.

Son extremité distale commence par ne pas être nettement délimitée; elle est coupée obliquement de l'axe vers le bord libre du membre. C'est au niveau de l'extremité de ce bord que se formeront l'apophyse styloide et le pisiforme, ce dernier se prolongeant dans l'espace entre le cubitus et le carpe. Cet espace est encore rempli de tissu embryonaire dans lequel se développera plus tard la nodule cartilagineux se fusionnant ensuite avec le ménisque inter-articulaire.«

Der Praepollex (Bardeleben).

Von P. Albrecht [1]) wurde ein besonderer mit dem Radius articulirender Knochen bei *Tursiops tursio* gefunden und als der letzte Rest eines Digitus scaphularis bezeichnet. Weber konnte den Befund bei ebenderselben Species in der Weise bestätigen, dass er ein mit dem Radiale knöchern ganz verbundenes Knochenstück auffand. Auch er glaubt, dass man es hier vielleicht mit einer Tuberositas navicularis carpi zu thun habe. Diesen letzten Rest eines Praepollex finde ich nun sehr schön und deutlich entwickelt an sämmtlichen Händen meiner *Globiocephalus*-Embryonen. Er sitzt hier als kleines, rundliches, scharf gesondertes Knorpelstück dem Radiale auf.

Metacarpalia und Phalangen.

Die Metacarpalia sind von den Phalangen nur durch ihre Lage unterschieden, an Grösse und Gestalt dagegen den ihnen aufsitzenden Phalangen gleich. Die Phalangen nehmen distalwärts an Grösse und Breite allmählich ab. Sie lassen sich an den von mir untersuchten frischen Händen bis zur Endphalange aufs deutlichste verfolgen. Von irgend welcher Unsicherheit der Zahlenangaben kann daher bei meinen Befunden nicht die Rede sein. In folgender Tabelle stelle ich die Zahlen zusammen und rechne stets die Metacarpalien mit, ohne natürlich den Begriff der Metacarpalia für die Cetaceenhand abschaffen zu wollen. Auch in den Angaben anderer Autoren sollen dabei die Metacarpalien, wofern sie nicht mitgezählt waren, hinzugefügt werden. Der Buchstabe E. bedeutet Embryo. Mehrere Angaben, die an Embryonen gewonnen wurden, sind so geordnet, dass ich mit dem kleinsten Stadium anfange.

		I	II	III	IV	V	
Beluga leucas	E.	3	9	7	6	6	(Kükenthal)
„ „	E.	2	9	7	6	6	(Lebouco)
„ „	E.	2	8	6	6	5	(Kükenthal)
„ „	E.	2	8	6	5	5	(Kükenthal)
„ „		2	7	5	2	2	(van Beneden, van Bambeke)
„ „		2	7	5	4	4	(Kükenthal)
Monodon monoceros	E.	2	9	7	5	4	(Lebouco)
„ „		2	6	5	3	3	(van Beneden, van Bambeke)
Inia Geoffrensis		1	5	4	2	2	(Flower)
Pontoporia Blainvillei		0	6	6	3	2	(Macalister)
„ „		0	6	5	3	2	(Burmeister)
Globiocephalus melas	E.	2	10	9	5	4	(Ryder)
„ „	E.	5	13	10	4	3	(Kükenthal)
„ „	E.	4	13	10	4	3	(Kükenthal)
„ „	E.	3	16	10	4	3	(Kükenthal)
„ „	E.	4	16	10	4	3	(Kükenthal)
„ „	E.	3	17	11	4	3	(Kükenthal)

1) P. Albrecht: Ueber die cetoide Natur der Promammalia. Anat. Anzeiger I 1886 p. 345.

		I	II	III	IV	V	
Globiocephalus melas	E.	4	16 (17)	12	4 (5)	3	(Kükenthal)
„ „	E.	4	16 (17)	11	3	2	(Kükenthal)
„ „	E.	4	16 (17)	11	3	2	(Kükenthal)
„ „		2	10 (9)	9 (8)	3	2	(Weber) (Metacarpalia?)
„ „		4	12	9	2	1	(Cuvier)
„ „		4	14	9	3	1	(Cuvier)
„ „		4	14	9	3	1	(Flower)
„ „		3	13	9	3	1	(Murie)
„ „		4	14	11	3	1	(Weber) (Metacarpalia?)
Phocaena communis	E.	3	10	9	6	4	(Leboucq)
„ „	E.	2	9	9	5	2	(Weber)
„ „		2	8	6	4	2	(Kükenthal)
„ „		2	7	6	4	1	(van Beneden et Gervais)
„ „		2	8	6	4	2	(Camper)
„ „		2	8	6	3	2	(Rapp)
„ „		2	8—10	7	3	1—2	(Macalister)
„ „		3	8	8	5	3	(Weber)
„ „		3	8	8	5	2	(Weber)
Delphinus delphis	E.	3	12	9	6	5	(Leboucq)
„ „	E.	3	10	8	5	3 (?)	(Weber)
„ „	E.	3	11	8	5	3	(Weber)
„ „		2	9	7	3	1	(Kükenthal)
„ „		2—3	8—9	5—7	2—4	1—2	(Flower)
„ „		2	9	7	4	2	(Cuvier)
„ „		2	10	7	3	2	(van Beneden et Gervais)
Tursiops tursio		2	8	6	3	2	(Cuvier)
Orca gladiator		2	6	4	3	2	(Macalister)
„ „		2	7	5	4	3	(Eschricht)
Pseudorca cranidens		1	6	5	2	1	(Reinhardt)
Platanista gangetica		1	5	5	4	4	(Anderson)
Lagenorhynchus acutus	E.	2	11	7	3	3	(Kükenthal)
Hyperoodon rostratus		2	6	6	4	3	(Vrolik)
„ „		2	6	6	4	3	(Owen)
„ „		2	6	5	4	3	(Weber)
Ziphius cavirostris		2	6	6	4	3	(Kükenthal)
Balaena mysticetus		1 (?)	3	4	3	2	(Eschricht et Reinhardt)
„ „		1	4	5	4	3	(Flower)
„ „		1	4	5	4	3	(Macalister)
„ „		2	4	5	4	3	(Owen)
Balaenoptera borealis		1	4	7	7	4	(Weber)
Balaenoptera musculus		0	5	6	7	4	(Macalister)
„ „		1	4	7	6	4	(Weber)
„ „		1	4	6	6	5	(Sars)
Balaenoptera rostrata		1	4	8	7	4	(Eschricht)
„ „		0	4	7	6	3	(Macalister)
„ „		1	4—5	8	7	4	(Weber)
Balaenoptera Sibbaldii		1	5	7	7	4	(Weber)
Megaptera boops		0	3	9	9	3	(Eschricht)

Wenn auch diese Tabelle durchaus noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, so erhellt aus ihr doch schon ohne weiteres, dass bezüglich der Phalangenzahl die Wale eine ganz exceptionelle Stellung unter den Säugern einnehmen, und dass es keine Walspecies giebt, bei der sich die Hyperphalangie nicht bemerkbar machte. Der erste Finger ist bei sämmtlichen Walen sehr klein. Die an embryonalen Händen gewonnenen Zahlen ergeben, dass er auch in den frühesten Stadien höchstens ein bis zwei Phalangen mehr besass. Die grösste Phalangenzahl für ihn ist 5 (bei *Globiocephalus*). Bei den *Bartenwalen* ist er am weitesten reducirt, sehr häufig sogar verschwunden. Der zweite Finger der *Ziphioiden* besitzt die gleiche Grösse wie der dritte. Bei den *Beluginiden* ist er etwas, bei den übrigen Zahnwalen, besonders bei *Globiocephalus*, viel grösser als der dritte Finger, bei den *Bartenwalen* hingegen kleiner. Die grösste Phalangenzahl erreicht der zweite Finger des *Globiocephalus*, nämlich 17. Der dritte Finger ist bei den *Odontoceten* kleiner als der zweite, bei den *Ziphioiden* diesem gleich, bei den *Bartenwalen*

grösser als derselbe. Der vierte Finger ist bei den Odontoceten ziemlich klein (noch am grössten unter den Beluginiden), bei den Ziphioiden etwas kleiner, bei den Bartenwalen fast ebenso gross als der dritte. Der fünfte Finger endlich ist sehr klein unter den Zahnwalen, viel grösser bei den Beluginiden hier dem vierten fast gleich, ebenso an embryonalen Händen von *Globiocephalus*, *Phocaena* und *Delphinus*. Ziemlich entwickelt besitzen ihn auch die Ziphioiden, sowie die Bartenwale.

Anlässlich der Finger ist also die Hand der Ziphioiden am gleichmässigsten gebaut. Auf der einen Seite schliessen sich die Beluginiden und an diese die übrigen Zahnwale an, bei denen sich besonders der zweite Finger stark entwickelt, auf der anderen die Bartenwale mit besonderer Ausbildung des dritten Fingers.

Zusammenfassung.

Bei der Betrachtung des Carpus wie der Phalangen ist als Ausgangspunkt die embryonale Hand von *Beluga* einer- und die des erwachsenen *Hyperoodon* andererseits zu wählen, welche beide wieder unter sich grosse Uebereinstimmung zeigen.

Von der jüngsten Embryonalhand mit 5 distalen Carpalien und ziemlich gleichmässig gebildeten Fingern lassen sich sowohl die späteren Embryonalstadien und erwachsenen Hände der *Beluga* und des *Monodon*, als auch die in ihren Verschmelzungen dem *Beluga*-Typus folgenden Hände mit drei und endlich mit nur zwei distalen Carpalien und grösster Entwickelung des zweiten Fingers ableiten. Auf die Hand von *Hyperoodon* dagegen lassen sich die in der Verschmelzung dem *Ziphius*-Typus folgenden Hände von *Ziphius*, *Mesoplodon*, bei denen der dritte Finger dem zweiten gleich ist, und sehr wahrscheinlich auch die der Bartenwale, mit besonderer Entwickelung des dritten Fingers, zurückführen.

Zur Klarlegung meiner Anschauung mag wiederum ein Schema dienen:

Phocaena *Delphinus* *Orca* *Grampus* *Tursiops* etc.	Der zweite Finger überwiegt an Grösse und Phalangenzahl. Carpus mit zwei distalen Carpalien. [Verschmelzung von c_1 mit m_1]	Der dritte Finger überwiegt an Grösse und Phalangenzahl.	*Bartenwale*
		Der dritte Finger hat gleiche Grösse und Phalangenzahl wie der zweite.	
Inia *Globiocephalus* *Pontoporia*	Carpus mit drei distalen Carpalien. [Verschmelzung von c_2 und c_3 oder c_3 und c_4 (?)]	Carpus mit drei distalen Carpalien. [Verschmelzung von c_2 und c_3]	*Ziphius* (Kükenthal) *Mesoplodon*
Monodon *Beluga*	Carpus mit vier distalen Carpalien. [Verschmelzung von c_5 und u]	Carpus mit vier distalen Carpalien. [Verschmelzung von c_4 und c_5]	*Micropteron* (Malm)
Embryonalzustände von *Monodon* und *Beluga*	Carpus mit fünf distalen Carpalien und mit gleichmässiger ausgebildeten Fingern.		*Hyperoodon*

Vergleichung der Cetaceenhand mit der anderer Säugethiere.

Welche Schwierigkeiten eine Vergleichung der Cetaceenflosse mit der Vorderextremität anderer Säugethiere darbietet, lässt sich schon aus dem Umstande ersehen, dass fast alle älteren Forscher diese Frage unberücksichtigt gelassen haben. Erst in neuerer Zeit ist der Versuch gemacht worden, die Cetaceenhand auf die typische pentadactyle Säugerextremität zurückzuführen. Das schwerste Hinderniss, welches einer derartigen Vergleichung entgegentritt, liegt in der Hyperphalangie, und sie wurde wohl auch zum Hauptgrunde für das Platzgreifen einer Ansicht, welche in der Vorderextremität der Cetaceen ein schon als Flosse ererbtes Organ, also einen primitiven Zustand zu erkennen glaubt.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die Gründe, welche von den der ersteren Richtung folgenden Autoren für eine Ableitung der Cetaceenflosse von einer typischen Säugerhand ins Feld geführt worden sind. Als derjenige Forscher, welcher sich am eingehendsten mit diesen Fragen beschäftigt hat, darf wohl zweifellos M. Weber angesehen werden. Die in seinen Werken[1]) geäusserten Anschauungen sind kurz folgende: Erst wirft Weber einige Fragen auf und zwar: »Ist die distalste Phalange, bei *Globiocephalus* z. B. die 13te, homolog der Nagelphalanx der übrigen Säugethiere, oder wenigstens theilweis homolog, indem sich einfach durch Quertheilung, durch Entwickelung von zahlreicheren Knochenkernen in der knorpeligen Anlage der Finger die minder zahlreichen typischen Phalangen vermehrt haben? Oder aber ist an eine Fortentwickelung eines Zustandes zu denken, der bei den Otariiden angedeutet ist? Bei diesen finden wir nämlich, dass die Nagelphalangen über die Nägel hinaus cartilaginös verlängert sind, um Hautlappen zu tragen. Haben sich derartige Knorpelstrahlen nun phalangenartig entwickelt und verlängert zu den langen Fingern der Cetaceen über die dritte Phalange hinaus?«

Die letzte Frage sucht Weber in bejahendem Sinne zu beantworten. Als Gründe werden das feinere Verhalten der Sehnen der Finger-Beuger und -Strecker angeführt. Da, wo die Fingermuskeln noch besser erhalten sind, also noch mehr an den Zustand anderer pentadactyler Mammalien erinnern, ist auch die Zahl der Phalangen eine geringere. Weniger zahlreiche Phalangen fallen bei Cetaceen demnach mit besser entwickelten Fingermuskeln zusammen. Bei den Formen, welche eine reducirte Fingermusculatur besitzen, ist die Phalangenzahl eine grössere, was sich dadurch erklären lässt, »dass die Phalangen, durch die sich sonst an dieselben inserirenden Muskeln nicht mehr im Zwang gehalten, als der Aussenwelt am meisten ausgesetzte Theile unter den Einfluss des Mediums geriethen, worauf sie einwirken mussten, um das Thier fortzubewegen. Dies eben wäre das Causalmoment für eine Vermehrung der Phalangen, da dieselbe von Vortheil für das Thier sein musste«.

In seiner zweiten Arbeit sucht Weber seine Ansicht weiter durch den Befund zu stützen, dass bei Cetaceen zweierlei Zustände vorkommen. In dem einen wird die Zahl der Phalangen postembryonal grösser (*Globiocephalus*), in dem anderen aber kleiner (*Phocaena, Delphinus*). Letztere Abnahme der Phalangenzahl wird dahin erklärt, dass die von den Cetaceen erworbene grosse Zahl bei einigen mit Verknöcherung der Flosse wieder abnimmt. »Ich stelle mir somit vor, dass aus der

---

1) Weber: Studien über Säugethiere. I. Beiträge zur Anat. u. Phylogenie der Cetaceen. Jena 1886 und: Anatomisches über Cetaceen. Morph. Jahrb. 1888.

pentadactylen Hand eines Landsäugethieres mit der Phalangenzahl 2, 3, 3, 3, 3 die Flosse der Cetaceen sich entwickelte mit grösserer Anzahl der Phalangen, wenigstens für den zweiten, dritten und vierten Finger. Diese grössere Anzahl kann nun wieder abnehmen im Laufe der individuellen Entwickelung, während sie bei Verlängerung der Finger, mithin der Flosse, über alles Maass hinaus — wie bei *Globiocephalus* — im Gegentheil postembryonal noch zunimmt.«

Gleichzeitig mit Weber trat Ryder [1]) für diese Auffassung ein. Er brachte andere Befunde, welche die Ableitung der Cetaceenflosse von der gewöhnlichen Säugerhand darthun sollten. Der wichtigste derselben ist wohl der, dass die über die dritte Phalange hinaus sich erstreckenden Phalangen der Cetaceen erst später verknöchern, während die drei proximalen gleichzeitig mit dem Carpus verknöchern. »Granted, then that the extra terminal digital segments of the whales are ontogenetically as well as phyletically of later origin then the proximal ones, the only source from which it is possible to conceive them to have been derived from such cartilaginous extensions of the ungual phalanges of some ancestral seal-like form, or from the cartilaginous extensions of the digits of the Protocetacea, which may, for our purpose, be considered to represent a hypothetical type.«

Die Hyperphalangie ist also nach der Ansicht citirter zwei Forscher durch Segmentation eines über die Nagelphalanx hinaus sich fortsetzenden Knorpelstrahles, wie er sich bei Pinnipediern vorfindet, entstanden.

Wie verhalten sich nun meine anatomischen und embryologischen Befunde zu dieser Auffassung? Die stricte Antwort darauf lautet:

„Es ist keine einzige von mir aufgefundene Thatsache mit der Weber-Ryder'schen Hypothese in Einklang zu bringen." Ich befinde mich damit in Uebereinstimmung zu Lebouco's letzthin veröffentlichten Ausführungen. Lebouco [2]) wendet sich gegen die früher als selbstverständlich betrachtete Annahme, dass der angebliche über die dritte Phalanx hinaus verlängerte Knorpelstrahl der Pinnipedier etwas mit dem Fingerskelet der Hand zu thun habe. »Die äusseren Verhältnisse der Extremitäten sind sehr schön in Camerano's Monographie über einen Fötus von *Otaria jubata* abgebildet. Die Nägel befinden sich auf der dorsalen Fläche der Finger, welche weit über deren Basis sich zu verlängern scheinen. Auf sagittalen Durchschnitten aber, bei *Otaria* sowie bei *Trichechus*, sieht man, dass der Nagel eigentlich mit der Spitze der knorpeligen oder in Verknöcherung begriffenen Phalange correspondirt. Das weiter distalwärts sich ausstreckende Stück ist von dem typischen Fingerskelete vollkommen verschieden. Es besteht einfach aus condensirtem Bindegewebe, welches sich von der Volarfläche der Basis der letzten Phalange abzweigt, und in welchem sich theilweise die Faserbündel der Beugersehnen der Finger fortsetzen. Bei der erwachsenen *Otaria* war es mir nicht möglich, andere Verhältnisse zu erörtern als den Bau des betreffenden Fortsatzes, der ebenfalls aus condensirtem Bindegewebe gebildet war. Von Segmentation dieses Stabes war weder beim Fötus noch beim Erwachsenen eine Spur nachzuweisen. Es ist also augenfällig, dass die Verlängerung der Pinnipedierfinger zur Anpassung an das Wasserleben das typische Fingerskelet unverändert gelassen und sich einfach der Fingerballen zur Stütze der Schwimmmembran verlängert hat.«

Ferner wendet sich Lebouco gegen die Ryder'sche Angabe, dass die drei proximalen Carpalien gleichzeitig verknöchern, während von der vierten Phalange an der Knorpel noch ganz unverändert bleibt. Auch mir erscheint es unbegreiflich, wie Ryder jene Annahme machen konnte, da sämmtliche von mir untersuchten fötalen Cetaceenhände das gerade Gegentheil beweisen. Stets findet die Verknöcherung der

1) John Ryder: l. c.

2) Lebouco: Ueber das Fingerskelet der Pinnipedier und Cetaceen. Anatom. Anzeiger 1888.

Phalangen in proximo-distaler Richtung ganz allmählich statt und ist in den einzelnen Fingern sehr verschieden. Als typisches Beispiel dafür möchte ich eine Hand von *Lagenorhynchus acutus* wählen mit

der Phalangenzahl: 3, 11, 7, 3, 2

Zahl der Knochenkerne: 0, 6, 4, 1, 0 (siehe Taf. III Fig. 19).

Lebouco hat sodann festgestellt, dass bei einigen Walen die fötalen Hände mehr Phalangen besitzen als die erwachsenen, und Weber konnte diese Angabe in seiner letzten Arbeit für *Phocaena* und *Delphinus* nur bestätigen, wohingegen er von *Globiocephalus* behauptet, dass die Zahl der Phalangen postembryonal zunimmt.

Bereits in meinen ersten, im Anatomischen Anzeiger veröffentlichten, Mittheilungen hatte ich diese Angaben beträchtlich zu erweitern vermocht. Nachdem ich ganze Serien von embryonalen Händen verschiedener Grösse studirt, gelangte ich zu der Einsicht, dass bereits im Embryonalleben, und zwar auf frühen Stadien, Umwandlungen der Art vorgehen, dass die Phalangenzahlen, durch Verschmelzung der Endphalangen mit der je vorhergehenden Phalanx, im Allgemeinen abnehmen, oder aber dass bereits in embryonaler Zeit mindestens die gleiche Zahl von Phalangen vorhanden ist wie in postembryonaler. Der Weber'schen Ansicht, die Phalangenzahl werde bei *Globiocephalus* grösser, vermag ich eine ganze Reihe von Thatsachen gegenüberzustellen. Sie alle beweisen stets, dass die Zahl der Phalangen in fötalen Händen mindestens ebenso gross ist wie in erwachsenen. Wenn das kleinste Stadium meiner *Globiocephalus*-Embryonen, sowie der von Ryder abgebildete noch kleinere Embryo für den zweiten, eventuell auch für den dritten Finger einige Phalangen weniger aufweisen als die darauf folgenden Stadien, so lässt sich daraus nur der Schluss ziehen, dass die *Globiocephalus*-Hand ihre excessive Länge erst später erworben hat und genetisch auf eine mehr gleichartig gebaute, mit nicht so verschieden grossen Fingern versehene Hand zurückzuführen ist.

Im Allgemeinen lässt sich demnach sagen, dass die Zahl der Phalangen schon in embryonaler Zeit allmählich sich verringert, und dass die embryonale Hand entweder mehr oder mindestens ebenso viel Phalangen besitzt wie die des erwachsenen Thieres. Zu erwähnen wäre noch kurz, dass für den Carpus Aehnliches gilt. Niemals beobachten wir in embryonaler Zeit weniger Carpalelemente, als in postembryonaler. Es sind am Embryo mindestens ebenso viele, meist aber mehr vorhanden.

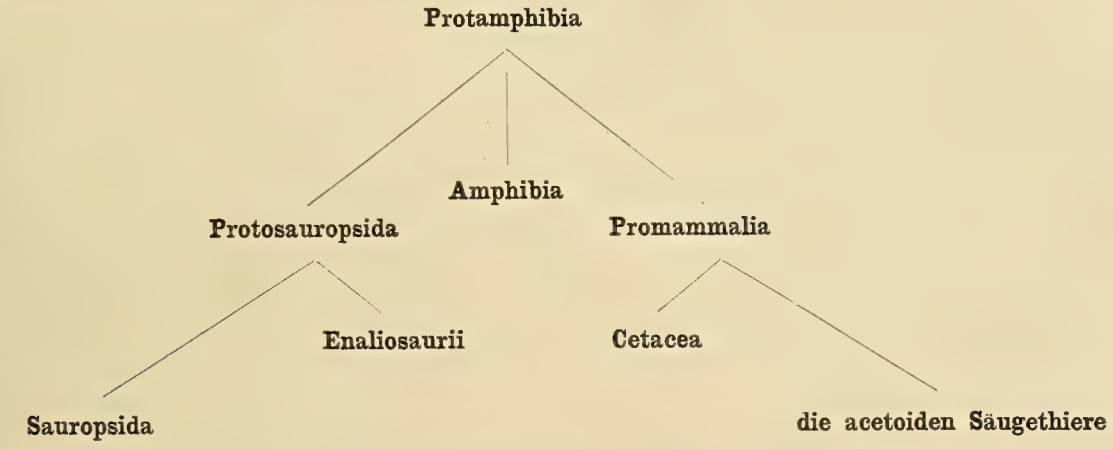
Ueber die Musculatur vermag ich mitzutheilen, dass dieselbe histologisch in den meisten Fällen schon in embryonalen Händen durch Bänder ersetzt ist. Die Insertion der Strecker und Beuger erfolgt stets an der letzten Phalange, ganz gleich, ob die Phalangenzahl gross oder klein ist. So finde ich an dem 16 (resp. 17) Phalangen tragenden zweiten Finger von *Globiocephalus* ein deutliches Band sich bis zur letzten Phalange erstreckend.

Halten wir diese Thatsachen der Weber-Ryder'schen Hypothese entgegen, so fällt diese ohne weiteres.

Wenden wir uns nun zur zweiten Anschauung, der zu Folge die Flosse der Cetaceen primitive Zustände aufweise oder, mit anderen Worten, die Cetaceen diesbezüglich den ersten Säugethieren am nächsten stehen. Zuerst finden wir diese Ansicht durch J. F. Brandt[1]) vertreten, allerdings ohne weitere Beweisführung. Bei ihm heisst es blos: »Erwägen wir nun, dass in den ältesten Schichten nur Säugethiere gefunden werden, dass ferner die Urformen aller Thiere wohl Anfangs Bewohner des Wassers waren, und dass die Embryonen der Säugethiere sich im Fruchtwasser schwimmend entwickeln, ja sogar in einer gewissen Periode Aehnlichkeit mit Schwimmthieren zeigen, so könnten möglicher Weise die Sirenien nebst

1) J. F. Brandt: Mémoires de l'Acad. sc. St. Petersbourg. 8. Sér. Tome XX p. 4.

den Cetaceen (von welchen letzteren überdies die Delphinoiden, besonders aber die Zeuglodonten etwas an manche der grossen ausgestorbenen *Saurier* Erinnerndes bieten, sogar die ältesten Säugethiere unseres Planeten gewesen sein.« Ein weiterer Anhänger der Ansicht ist P. ALBRECHT[1]). In seinem unten citirten Aufsatze gelangt er zu folgendem Stammbaumschema:



Was uns hier aus den Beweisführungen ALBRECHT's zumeist interessirt, die Verwendung der Verhältnisse an der Vorderextremität für seine Ansicht, ist in folgenden Punkten zusammengefasst:

1) Bei Cetaceen kommt von einander getrennt ein Hamatum I und Hamatum II vor.

2) Im Hamburgischen naturhistorischen Museum befindet sich ein *Tursiops tursio*, der an beiden Händen radial von dem Scaphotrapezium einen besonderen mit dem Radius articulirenden Knochen besitzt, welchen ALBRECHT für den letzten Rest eines Digitus scaphularis hält.

3) An denselben Händen liegt ein Knochen vor dem Multangulum minus und zwischen den Basen des Metacarpus II und III. Diesen hält ALBRECHT für den letzten Rest eines ursprünglich zwischen dem zweiten und dritten Finger gelegenen verloren gegangenen Fingers.

4) Kein Säugethier mit Ausnahme der Cetaceen besitzt »normaler« Weise mehr als zwei Phalangen am Daumen.

5) Kein Säugethier mit Ausnahme der Cetaceen besitzt mehr als drei Phalangen an den vier ulnaren Fingern.

6) Kein Säugethier mit Ausnahme einiger Cetaceen besitzt proximale und distale Epiphysen an den Handwurzelknochen.

7) Die Cetaceen besitzen, wie dies auch bei Monotremen, Pinnipediern, wenn auch bei weitem nicht mit solch' erstaunlicher Regelmässigkeit, gesehen wird, proximale und distale Epiphysen an den Metacarpalien und Phalangen.

Der ALBRECHT'schen Auffassung tritt WEBER[2]) entschieden entgegen und sucht durch eine Reihe von gewichtigen Gründen die Abstammung der Cetaceen von landlebenden Placentalthieren nachzuweisen. Nur in Bezug auf die versuchte Ableitung der Flosse von der typischen Säugerhand erscheint mir, wie meine Ausführungen darthun, sein Beweis verfehlt.

---

1) P. ALBRECHT: Ueber die cetoide Natur der Promammalia. Anat. Anz. 1886 p. 338.

2) WEBER: Ueber die cetoide Natur der Promammalia. Anat. Anz. 1887 pag. 42.

Uebrigens erkennt auch WEBER in der Cetaceenflosse einige ursprüngliche Verhältnisse und führt besonders das Vorkommen eines Centrale carpi als ein solches an: »Wenn ich somit in der Hyperphalangie und in der Flossenform der vorderen Extremität der Cetaceen eine secundäre Bildung sehe, so läugne ich damit nicht ihre Ursprünglichkeit in einzelnen anderen Punkten, obgleich meiner Meinung nach ALBRECHT in den weiteren Beweisen hierfür zum Theil nicht sehr glücklich gewesen ist.«

Schliesslich führe ich noch die Schlussfolgerungen vor, von denen LEBOUCQ[1]) durch seine Untersuchungen gekommen ist. »Ich glaube mich daher nach wie vor berechtigt, daran festzuhalten, dass sich in der phylogenetischen Entwickelung der jetzigen Cetaceen die Phalangenzahl vermindert, nicht vermehrt hat, und somit diese Hyperphalangie von keinem jetzt bestehenden Säugethiere als secundäre Anpassung abzuleiten, sondern als Vererbtes anzusehen sei.«

»Um allen Missverständnissen vorzubeugen, muss ich hinzufügen, dass ich hiermit nicht behaupten will, es sollen die Cetaceen sammt und sonders von den Promammalien abstammen. Zu viele Merkmale einer theilweise im Rückschritt begriffenen höheren Säugethierorganisation besitzen sie, als dass man sie als die ältesten Säugethiere ansehen dürfe. Aber in der progressiven Entwickelung, welche die Cetaceen von den Ursäugern entfernt hat, ist es wohl möglich, dass in den verschiedenen Organen Ursprüngliches sich bewahrt habe. Wenn sich nun die betreffenden Thiere nie an das Landleben adaptirt und es nur zu Sumpfthieren gebracht haben, so möchte wohl die Flosse in ihrem primitiven Zustande verblieben sein.«

Ich gehe nun dazu über, meine eigene Stellungnahme zu dieser Frage genauer zu präcisiren.

Zunächst weise ich die WEBER-RYDER'sche Hypothese, nach der die Hyperphalangie der Cetaceen durch nachträgliche Segmentation eines über die dritte Phalanx hinaus verlängerten Knorpelstrahles entstanden sei, mit Entschiedenheit zurück, weil keine einzige der von mir vorgebrachten vergleichend-anatomischen und embryologischen Thatsachen dafür spricht.

Ebenso entschieden muss ich der Hypothese entgegentreten, welche in der Vorderextremität der Cetaceen ein als Flosse ererbtes Organ sieht und danach die Cetaceen als direct von den Promammalien abstammende betrachtet, gleichviel ob diese »Sumpfthiere« gewesen seien, oder von Protoamphibien oder Reptilien abgeleitet werden sollen. Die Cetaceen sind aus landlebenden Placentalthieren entstanden, wofür genügende Beweise vorliegen. Ohne auf diese des Näheren einzugehen, will ich nur, an der Hand von WEBER's vortrefflichen Arbeiten, einige Hauptpunkte herausgreifen, welche für solche Abstammung beweisend sind.

1) Die Haut der Cetaceen ist rückgebildet. Es lassen sich weder Talg- noch Schweissdrüsen, noch glatte Musculatur in ihr nachweisen. Nur an einem Stücke eingestülpter Haut, der Conjunctiva, sind acinöse Drüsen erhalten geblieben, die sich ihrer Function entsprechend zu den Conjunctivaldrüsen ausgebildet haben. Ausserdem sind noch Milchdrüsen bei den Cetaceen vorhanden, die ebenso wie die aller anderen Säugethiere nach GEGENBAUR phylogenetisch von Hautdrüsen abzuleiten sind. Die Vorfahren der Cetaceen müssen somit auch andere Hautdrüsen besessen haben.

2) Die Haare, welche fast ausschliesslich bei Embryonen vorkommen und später verschwinden (zuletzt an der Oberlippe), die ferner nach dem complicirten Typus der Schwellkörperhaare gebaut sind, beweisen, dass die Vorfahren der Wale ein Haarkleid besessen haben müssen, von dem eben nur noch rudimentäre Schnurrhaare bei Embryonen verblieben sind.

3) Das Rudiment einer Ohrmuschel ist bei einigen Walembryonen nachzuweisen. Die Vorfahren

---

1) LEBOUCQ: Ueber das Fingerskelet der Pinnipedier und der Cetaceen. Anat. Anz. 1888 p. 534.

der heutigen Wale müssen demnach ein äusseres Ohr besessen haben. Sein Vorkommen ist aber nur bei Landthieren denkbar.

4) Die Placenta der Cetaceen beweist eine Verwandtschaft mit den primitiveren Placentaliern.

5) Der Bau der Geschlechtsorgane hat eine hohe Ausbildung erreicht, die nichts Primitives an sich hat.

6) Schwerwiegend ist der Besitz von Zitzen, die nach dem Typus derer anderer Placentalier, besonders der Carnivoren, gebaut sind.

7) Die hohe Ausbildung des Gehirnes, dessen Furchen denen der anderen Placentalthiere entsprechen.

8) Der Bau des Larynx, der sich dem der höheren Säugethiere nähert.

9) Das homodonte Cetaceengebiss ist von einem typischen heterodonten Säugethiergebiss abzuleiten.

Es liessen sich noch viele Punkte anführen, ich glaube indes, dass die wenigen ausgewählten bereits hinreichen, die Abstammung der Cetaceen von placentalen landlebenden Säugethieren zu beweisen. Sobald wir uns auf diesen Boden stellen, ist es natürlich auch durchaus unzulässig, die Vorderextremität der Wale als einen primitiven Zustand zu betrachten.

Wenn es der Embryologie bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Cetaceenflosse auf die typische Säugethierhand zurückzuführen, so lässt sich nur annehmen, dass die phylogenetisch geschehene Umwandlung ontogenetisch nicht mehr zum Ausdruck kommt. Vielleicht wird es aber auch möglich werden, an noch jüngeren Embryonen, als sie bis jetzt zur Untersuchung gekommen sind, die Entstehungsweise der Cetaceenflosse genauer zu verfolgen.

Das Verhalten der Musculatur, vor allem der Beuger und Strecker der Finger, deutet darauf hin, dass ein jeder Cetaceenfinger insgesammt einem typischen Säugethierfinger durchaus entspricht, dass also bei der Umwandlung der Vorderextremität zu einer Flosse ein weiterer Zerfall der Phalangen eingetreten ist. Diese Vorstellung gewinnt an Kraft, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass ja auch Längsspaltung der Phalangen, wie in den von mir an *Beluga* beschriebenen Fällen, vorkommen kann.

Es scheint überhaupt bei der Umbildung zur Cetaceenflosse die Tendenz vorgewaltet zu haben, die Grössenunterschiede zwischen den einzelnen Knochentheilen zu vermindern, und dies ist durch Mehrtheilung des ursprünglichen Knorpelstrahles, aus dem sonst nur die drei typischen Phalangen entstehen, geschehen. Es wären demnach die Phalangen der Cetaceenhand etwas total anderes als die Phalangen der typischen Säugerhand, worauf auch schon die doppelte Epiphysenbildung hindeutet.

Da indes eine weitere Ausführung dieser Idee der Begründung durch positive Thatsachen ermangeln und im höchsten Grade hypothetisch werden würde, so will ich mich mit der Aussprache meiner Vermuthung begnügen und will versuchen, ob ich nicht durch Vergleich mit einer ganz analogen Bildung in einer anderen Thierklasse dem Verständniss der Cetaceenhand näher komme.

Die Thierklasse, welche eine eben derartige Ausbildung der Vorderextremität zeigt, ist die der Enaliosaurier. Bevor ich indes dazu schreite, an der Hand von Gegenbaur's klassischer Untersuchung: »Ueber das Gliedmaassenskelet der Enaliosaurier« einen Vergleich anzustellen, muss ich kurz darauf hinweisen, dass nach den neueren Untersuchungen G. Baur's [1]) die Flosse der Ichthyosaurier eine secundäre Bildung ist. Die ältesten Ichthyopterygier hatten nach Baur nur wenig Phalangen und nur fünf Finger. Radius und Ulna waren länger als breit und durch einen Zwischenraum von einander getrennt. Erst später

1) G. Baur: On the morphology and origin of the Ichthyopterygia. American Naturalist Vol. XXI. No. 9. Sept. 1887.

wurden durch Anpassung mehr Phalangen entwickelt und mehr Phalangen erzeugt, meist durch Theilung der ursprünglichen, oder durch eine neue Bildung an der ulnaren Seite, niemals an der radialen.

Ein specieller Vergleich der Ichthyosaurenflosse mit dem Armskelet der höheren Vertebraten wurde zuerst von GEGENBAUR[1]) durchgeführt. Die für uns wichtigen Sätze der Arbeit flechte ich wie bei allen weiter oben citirten Autoren im Wortlaute ein:

»Auf die beiden Vorderarmstücke folgen drei, die erste Reihe des Carpus zusammensetzende Stücke, davon eines das Radiale der Stammreihe ist, das zweite, als Intermedium, dem zweiten Strahl, das dritte, Ulnare, dem ersten ulnaren Strahl angehört, wie aus der bezüglichen Abbildung leicht zu ersehen ist. Dieselben Stücke finden sich in derselben Lage bei *Ichthyosaurus*. Das Intermedium lässt sehr oft durch Einfügung zwischen Radius und Ulnare ein Verhalten erkennen, welches an den Carpus von Salamandrinen erinnert.«

»Dem Intermedium sind ferner bei unserem Schema in distaler Richtung zwei Stücke angefügt, welche ich als Centralia bezeichnete und welche beide dem einfachen Centrale entsprechen, das von den Amphibien an bis zu Säugethieren sehr verbreitet vorkommt, im Tarsus von *Cryptobranchus* sich sogar in der für den Carpus nur hypothetischen Duplicität erhalten hat. Dieselben Stücke finden sich allgemein bei *Ichthyosaurus*, und das ist um so wichtiger, als dadurch die bisher nur für den Tarsus von *Cryptobranchus* gestützte, sonst rein theoretische Voraussetzung am Carpus, oder vielmehr an dem einem solchen homologen Abschnitte eine feste Begründung empfängt.«

»Zur Seite der beiden Centralia, mit ihnen fast eine Querreihe bildend, finden sich ulnar und radial gelagert noch zwei Stücke, welche mit drei distal von den Centralien liegenden von mir als Carpale 1—5 bezeichnet wurden. Die beiden erstgenannten sind bei *Ichthyosaurus*, soweit ich die Darstellung vergleichen kann, constant vorhanden, die drei anderen dagegen sind zuweilen nur durch zwei vertreten, so z. B. bei *Ichthyosaurus integer*, auch in einer von CUVIER gegebenen Darstellung, während sie in einer anderen Form vollzählig sind. Was die ersterwähnte Minderung bedingt, ist für jetzt noch nicht sicher zu ermitteln; möglich ist, dass sie durch die Dichotomie eines Strahles bedingt ist, oder auch durch eine Vereinigung einer Anzahl der Strahlen. Wahrscheinlich sind die bedingenden Momente für die einzelnen Fälle sogar sehr verschieden, was zugleich der Verschiedenartigkeit des speciellen Baues des Flossenskeletes von *Ichthyosaurus* entspricht.«

»Mit dem Nachweise dieser zehn Knochenstücke, die zu zweien (Radiale und Carpale 1) der Stammreihe, im übrigen aber dem proximalen Abschnitte von lateralen Strahlen angehören, ist die Erkenntniss eines dem Carpus der früheren Vertebraten entsprechenden Abschnittes gewonnen, und es lassen sich die folgenden fünf Stücke als Homologa eines Metacarpus, die übrigen aber als Phalangen deuten, wenn sie auch sämmtlich unter sich, ja sogar von den Vorderarmknochen formell nicht differenzirt sind. Eine Vermehrung der Strahlen bewirkt in jenem Verhalten entsprechende Modificationen, ohne jedoch das als typisch Bezeichnete aufzulösen. Das Armskelet von *Ichthyosaurus* bietet somit in Zahl und Anordnung seiner Elemente nahe verwandtschaftliche Verhältnisse zu jenem der höheren Wirbelthiere, und nur das Schwankende in der Zahl der in es eingehenden Radien, sowie die Vermehrung der Gliedstücke der letzteren ergiebt sich als eine niedere, an die Zustände des Armskeletes der Selachier erinnernde Bildung.«

Es entsteht nun die Frage, welche Vergleichspunkte gewährt die Cetaceenflosse mit der der Ichthyosauren?

---

1) GEGENBAUR: Ueber das Gliedmaassenskelet der Enaliosaurier. Jenaische Zeitschrift 1870. p. 340 ff.

Zunächst handelt es sich darum, in ähnlicher Weise, wie GEGENBAUR es bei den Ichthyosauren gethan hat, ein Schema der Cetaceenflosse zu construiren. Dasselbe ergiebt sich nach meinen Untersuchungen in folgender Art: Auf die beiden Vorderarmstücke folgen drei, die erste Reihe des Carpus zusammensetzende Stücke, die wir nach GEGENBAUR's Vorgang[1]) als Radiale, Intermedium und Ulnare bezeichnen. Dem Intermedium sind ferner in distaler Richtung zwei hintereinander liegende, nach der radialen Seite zu strebende Knochenstücke angefügt, die als Centralia zu betrachten sind. Es sind ferner für das Schema der Cetaceenflosse fünf distale Carpalia zu verzeichnen. Die darauffolgenden Stücke sind die fünf Metacarpalia, an die sich eine grössere Anzahl Phalangen anschliessen. Endlich kann es zu einer dichotomischen Theilung des fünften Fingers kommen. Vergleichen wir nun dieses Schema mit dem von GEGENBAUR für die Ichthyosaurenflosse gegebenen, so ist ohne weiteres eine fast völlige Identität beider zu constatiren, die sich sogar bis auf eine dichotomische Theilung des fünften Fingers erstreckt. Kleine Abweichungen finden sich nur insofern, als die Ichthyosaurenflosse eine mehr gleichartige Gestaltung der einzelnen Skeletknochen darbietet als die Cetaceenhand, und als die Lage der Centralia bei den Cetaceen eine etwas andere ist (siehe Fig. a und b.)

Es ist dieses ein Fall von Convergenz, wie er kaum schöner gedacht werden kann. In beiden Fällen haben wir Thiere vor uns, welche das Leben auf dem Lande mit dem im Wasser vertauschten, wodurch es zu einer Umwandlung der Vorderextremität in eine Flosse kam. Eine Functionsänderung solcher Art bringt es zuvörderst mit sich, dass an Stelle der typischen Phalangenzahl die Hyperphalangie tritt, ja sogar eine durch Längsspaltung entstehende Hyperdactylie sich einstellt. Als Folge der für alle Flossenskelettheile gleichen physiologischen Arbeitsleistung entstehen gleichmässige Skelettheile, indem es nicht mehr zu einer scharfen morphologischen Sonderung von Phalangen, Metacarpus und Carpus kommt. Während bei den Cetaceen diese Gleichmässigkeit der Skelettheile sich mehr auf die Phalangen und Metacarpalia beschränkt und die Carpaltheile meist noch ihre typische Gestalt wahren, ist bei den Ichthyosauriern dieser Process weiter fortgeschritten, ja so weit, dass auch die Vorderarmknochen davon betroffen werden. Da von den einzelnen Skelettheilen keine besonderen höheren Leistungen verlangt wurden, konnten sie auch auf einer früheren Stufe ihrer Entwickelung stehen bleiben. Der erwachsene Carpus zeigt hier daher Zustände, wie sie ursprünglich nur bei Embryonen anzutreffen waren.

Fig. a.

Schematische Darstellung der Cetaceen-Vorderextremität.

Fig. b.

Hand von *Ichthyosaurus*, schematisch (nach GEGENBAUR.)

Ich erinnere diesbezüglich nur an das Persistiren des Centrale und das Vorkommen von fünf

1) GEGENBAUR: Carpus und Tarsus.

distalen Carpalien bei erwachsenen Cetaceen. Wir haben somit einen Fall vor uns, der die Entstehung eines Rückschlages dahin lehrt, dass durch Verminderung der physiologischen Leistung das Organ auf einer früheren embryonalen, also auch phylogenetischen Ausbildungsstufe zurückbleibt. Dies erklärt uns zugleich die grosse Variabilität im Baue der Hand, welche sich an verschiedenen Individuen der gleichen Species vorfindet. Man denke z. B. nur an das Vorkommen oder Fehlen eines Centrale im Carpus von *Hyperoodon* und *Globiocephalus*, an die verschiedenen Modi der Verschmelzung beider Centralia im Carpus von *Beluga*, sowie an die innerhalb enger Grenzen schwankende Verschiedenheit der Phalangenzahlen bei ein und derselben Art.

Verwerthung der an der Cetaceenhand gefundenen Resultate für die Anschauungen von der Hand der höheren Wirbelthiere im Allgemeinen.

Wenn es mir auch ausgeschlossen erscheint, dass meine im Vorhergehenden niedergelegten Beobachtungen irgend eine principielle allgemeine Frage zum endgültigen Abschluss bringen könnten, so sind sie doch geeignet, neues Material zur Stütze einer Ansicht zu liefern.

Während die Hand aller Säugethiere morphologisch gleichwerthige Theile besitzt und diese einzelnen Theile sich mit Sicherheit in den Klassen der Vögel, Reptilien und Amphibien als homolog nachweisen lassen, trennt eine tiefe Kluft die Hand sämmtlicher höheren Wirbelthiere von der Brustflosse der Fische. Wie GEGENBAUR es war, der überhaupt die intensivsten Arbeiten zur vergleichenden Anatomie der Vorderextremitäten aller höheren Wirbelthiere lieferte, so suchte er auch dieselben auf die der Fische zurückzuführen, indem er den fundamentalen Satz aufstellte, dass die oligactinote Extremität der höheren Wirbelthiere von der primitiven Schwimmflosse mit vielen Strahlen abzuleiten sei. Das Skelet der Extremität ist von einer segmentirten Hauptaxe gebildet, an welche sich laterale, ebenfalls differenzirte Strahlen anlegen. Diese Auffassung ist ja allgemein gültig geworden, wohingegen über die Richtung des Hauptstrahles die Anschauungen verschieden sind. Während GEGENBAUR die Axe des Archipterygiums in den ulnaren Strahl verlegt, haben die embryologischen Forschungen GÖTTE's[1]) und STRASSER's[2]) an Urodelen eine schräg durch den Carpus von der ulnaren zur radialen Seite gehende Hauptaxe wahrscheinlich gemacht, und LEBOUCQ[3]) pflichtet letzterer Ansicht auch für die Mammiferen bei, auf Grund seiner vorwiegend am Menschen angestellten embryologischen Studien. Wenn ich meine eigenen Resultate für derartige Betrachtungen verwende, so komme ich ebenfalls zur LEBOUCQ'schen Anschauung, welche die Hauptaxe durch den Cubitus, die Basis des Pisiforme, das Intermedium und das Carpale distale 1 sammt Metacarpale 1 gelegt wissen will.

Folgen wir zunächst den Ausführungen LEBOUCQ's: Alle axialen Theile in der Hand der Säugethiere sind in einer Rückbildung begriffen. Die Hauptaxe scheint in der phylogenetischen Entwickelung ihre Wichtigkeit verloren zu haben, während die Ausbildung der secundären Strahlen überwiegend wurde.

---

1) GÖTTE: Ueber Entwickelung und Regeneration des Gliedmaassenskeletes der Molche. Leipzig 1879.
2) STRASSER: Zur Entwickelung der Extremitätenknochen bei Salamandern und Tritonen. Morphol. Jahrb. V 1879.
3) LEBOUCQ: Recherches sur la morphologie du carpe. Arch. de Biologie. Tome V 1884.

Der Cubitus zeigt diese Rückbildung sehr schlagend. Im Embryonalzustande ist er dem Radius an Volum gleich, später nimmt er ab. Auch beim menschlichen Fötus tritt uns Gleiches entgegen. Hier sehen wir auch die allmähliche Differenzirung des Cubitus in proximo-distaler Richtung. Das sich von ihm trennende Pisiforme beweist durch seine ursprüngliche Lage zwischen Cubitus und Carpus, dass es ebenfalls zur Hauptaxe gehört. Bei jungen Embryonen besitzt das Intermedium noch seine typische Lage zwischen Radiale und Ulnare und hängt noch mit dem distalen Ende des Cubitus zusammen. Das Centrale zeigt in den ersten Stadien menschlicher Embryonen noch einen Zusammenhang mit dem Intermedium, der indes bald schwindet. Man kann daher das Centrale als einen Carpaltheil betrachten, welcher das Intermedium nach der radialen Seite verlängert. »On peut, d'après ce que nous venons de dire, considérer le central du carpe comme une partie squelettique prolongeant l'intermédiaire vers le bord radial. Le développement de l'une ou de l'autre extrémité prédomine généralement, de là les positions différentes que le central peut occuper, dans le carpe, différences déjà accentuées chez les divers mammifères. Le développement égal des deux parties, et la segmentation en deux os distincts est la position la plus ancienne, celle qui se retrouve encore chez plusieurs urodèles de l'Asie orientale (Wiedersheim) et qui nous rapproche de la segmentation beaucoup plus étendue que présentait la nageoire primitive.«

Es ist also eine Reihe von Skelettheilen schräg durch den embryonalen Carpus, vom Cubitus durch den proximalen Theil des Pisiforme, des Intermedium und des Centrale zum radialen des Carpus nachgewiesen. Dieser Hauptaxe sitzen auf der einen Seite folgende secundäre Strahlen an:

1. Strahl vom distalen Centrale = Carpale distale 2 und Metacarpale 2.
2. Strahl vom proximalen Centrale = Carpale distale 3 und Metacarpale 3.
3. Strahl vom Intermedium = Carpale distale 4 und Metacarpale 4.
4. Strahl vom proximalen Theil des Pisiforme = Ulnare (Carpale 5?) und Metacarpale 5.
5. Strahl vom distalen Ende des Cubitus = distaler Theil des Pisiforme.

Wie steht es nun aber mit dem Radius und dem Radiale, die bislang noch durchaus keine Erwähnung fanden? Man kann im Hinblick auf diese Elemente annehmen, dass eine biseriale Anordnung der Theile der Vorderextremität existirt, und müsste dann auf die Flosse des *Ceratodus* zurückgehen. Alsdann wären Radius und Radiale als ein auf der anderen Seite anlehnender secundärer Strahl zu betrachten. Gewichtige Einwände aber, welche gegen ein Zurückführen auf die biseriale Anordnung gemacht sind (so die Ansicht Balfour's, dass die biseriale Anordnung, die sich mitunter bei Selachierflossen findet, eine secundäre Bildung ist, weil die embryonalen Selachierflossen stets uniserialen Bau aufweisen, wie auch die ontogenetischen Untersuchungen, welche nicht mehr gestatten, den Radius und die Segmente des radialen Randes der Hand als einen Seitenstrahl eines biserialen Archipterygiums anzusehen), bestimmen auch Lebouco, gleicherweise, wie es Götte und Strasser bei Urodelen gethan haben, eine zweite Axe durch Radius und Radiale zu legen, welche auf der Vereinigung des Cubitus mit dem Humerus beginnt und durch Radius und Radiale ziehend sich wieder mit der Hauptaxe im Centrale vereinigt. Es handelte sich hier um eine Neubildung, die bei den Urodelen beginnt und vielleicht als eine Anpassung an neue Verhältnisse zu bezeichnen wäre. Diese Neubildung wird allmählich stärker auf Kosten der ursprünglichen Hauptaxe (der metapterygialen Hauptaxe der Selachier).

Ein der Arbeit Lebouco's entlehntes Schema (Fig. c, d, pag. 68) erläutert die Ausführung des Näheren.

Nach vorstehender Darlegung der Ideen Lebouco's schreite ich nun dazu, meine eigenen Befunde daran zu prüfen.

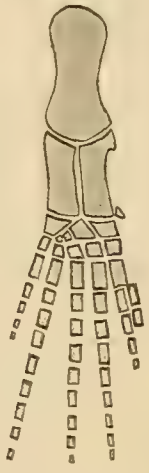
Es lässt sich von vornherein erwarten, dass die Cetaceenflosse zur Prüfung dieser Hypothesen ein sehr geeignetes Objekt abgeben wird, da ich nachgewiesen habe, wie sie im Allgemeinen auf einer sehr frühen Stufe der Entwickelung stehen geblieben ist, demnach vielfach primitive Zustände zeigt.

Schon Gegenbaur machte darauf aufmerksam, dass, abweichend als bei anderen Säugern, die drei proximalen Carpalien typische Lagerung besitzen. Als Schema, das zur Prüfung sich besonders eignet, wähle ich die Flosse eines Embryonalstadiums von *Beluga leucas* mit den drei proximalen, fünf distalen Carpalien, dem Pisiforme und zwei Centralien.

Fig. c.

Schematische Darstellung der Vorderextremität des menschlichen Fötus. (Nach Lebouco.)

Fig. d.



Hand eines Wales, schematisch.

Als besonders wichtig für die angeregten Fragen ist zunächst die Lage der beiden Centralia zu bezeichnen. Dieselbe ist keine rein transversale oder proximo-distale, sondern eine mehr schiefe. Eine Axe, welche wir entsprechend der von Lebouco gezogenen Hauptaxe quer durch den Carpus legen, würde also vom Ulnare aus in directer Richtung durch Intermedium, Centrale 1 und Centrale 2 zum distalen Carpale 1 an die radiale Seite gehen. Das beim menschlichen Embryo hypothetische Centrale 2 ist also bei den Cetaceen vorhanden und nimmt genau die von Lebouco für die Hypothese geforderte Lage ein.

Ferner hatte ich nachgewiesen, dass das Pisiforme in den ersten Stadien embryonaler Entwickelung noch mit der Ulna verschmolzen erscheint, ebenso wie dies Lebouco am menschlichen Embryo erwies. Ob indes der proximale Theil des Pisiforme als in der Hauptaxe liegend angesehen werden kann, vermag ich auf Grund meiner Befunde nicht zu entscheiden. Die secundären Strahlen stellen sich genau so, wie nach Lebouco beim menschlichen Embryo, so dass wir auch hierin eine vollständige Uebereinstimmung haben.

Ob wir den zweiten, durch Radius und Radiale führenden Strahl als einen Strahl eines biserialen Archipterygiums, oder als eine Neubildung ansprechen müssen, darüber vermag ich hier natürlich nichts Bestimmtes auszusagen, nur möchte ich noch auf die von mir angegebene Art der Verschmelzung der Centralia als möglicherweise bedeutungsvoll hinweisen. Das Centrale 2 verschmilzt mit dem Radiale und scheint dem einzigen Centrale des Menschen, des Chimpanse, des Gorilla etc. zu entsprechen, welches ebenfalls mit dem Radiale verschmilzt. Das Centrale 1 hingegen verschmilzt mit dem Intermedium und entspricht jedenfalls einem beim menschlichen Embryo kaum mehr zur Anlage gelangenden ersten Centrale. Lebouco schreibt über dieses: »A l'indermédiaire fait suite le central. Nous avons vu en effet que dans le premier stade de développe-

ment le central du carpe chez l'embryon humain, différencié à l'état de nodule cartilagineux à son extrémité distale, se prolonge dans la direction proximale par une trainée conjonctive qui va rejoindre l'intermédiaire. Cette continuité est très fugace, dès la complète différenciation des cartilages carpiens, le carpien 3 (grand os) vient s'interposer entre le central et l'intermédiaire, mais il suffit que le rapport ait existé pendant un temps très court pour justifier l'opinion qu'à un moment de son développement le central du carpe s'étendait jusqu'à l'intermédiaire et occupait ainsi tout l'espace rempli par le double central de la main typique.«

Dieser Hinweis auf die muthmaassliche Natur der Centralia im Cetaceencarpus mag genügen.

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, die rein hypothetische Natur der letzten Bemerkungen zu betonen. Wenn ich trotzdem auf diese allgemeinen Fragen eingegangen bin, so geschah es einerseits, um das dazu verwerthbare Material in meinen Untersuchungen hervorzuheben, andererseits, um auf die grossen Lücken hinzuweisen, welche sich in unserer vergleichend-anatomischen und embryologischen Kenntniss des Carpus noch immer fühlbar machen.

Verzeichniss der gebrauchten Abkürzungen:

H = Humerus.
U = Ulnare.
R = Radius.
r = Os radiale.
i = Os intermedium.
u = Os ulnare.
pi = Os pisiforme.
ppx = Praepollex.
C = Os centrale.
$C\text{I}$ = Os centrale I.
$C\text{II}$ = Os centrale II.
c_1 = Os carpale primum.
c_2 = Os carpale secundum.
c_3 = Os carpale tertium.
c_4 = Os carpale quartum.
c_5 = Os carpale quintum.
$m_1 - m_5$ = Ossa metacarpalia.

Ueber das Centralnervensystem der Cetaceen

nebst

Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns bei Placentaliern

von

Dr. phil. Willy Kükenthal und Dr. med. Theodor Ziehen,
Privatdocenten an der Universität Jena.

Einleitung.

Dieses Kapitel hat einen bei weitem grösseren Umfang angenommen, als ursprünglich beabsichtigt war. Bei der Fülle gut conservirten Materiales vermochten wir tiefer in den Bau des Nervensystems der Cetaceen einzudringen, als es unseren Vorgängern möglich war — so konnten wir zum Beispiel den Verlauf vieler Leitungsbahnen feststellen —, dann aber fanden sich auch vielfach grosse Lücken in der Kenntniss des Gehirns anderer Placentaliergruppen, welche erst auszufüllen waren, wenn wir eine Vergleichung der Cetaceen mit anderen Säugethieren in Bezug auf das Centralnervensystem mit Erfolg durchführen wollten. Dieser Mangel machte eine Anzahl von Specialarbeiten und Nachuntersuchungen an anderen Placentaliern nöthig, die wir, soweit es thunlich erschien, in den Rahmen dieser Arbeit eingefügt haben. Vor allem war es das Pinnipediergehirn, welches uns trotz der neuesten Forschungen von Theodor und Turner [1]) einer Neubearbeitung bedürftig erschien.

In Bezug auf Anordnung des Stoffes sind wir derart verfahren, dass wir zunächst unsere eigenen Befunde an dem Centralnervensystem von *Hyperoodon* und *Beluga* bringen, an welche sich eine allgemeine schematische Uebersicht, dann eine Characteristik des Cetaceengehirns im Allgemeinen anschliesst; hierbei hatten wir das Glück, in den vorzüglichen Untersuchungen Guldberg's [2]) über das Centralnervensystem der Bartenwale ein ausgezeichnetes Vergleichsmaterial zu besitzen. Ein zweiter Abschnitt fasst die Untersuchungen über Ungulaten, Chelophoren, Pinnipedier und Carnivoren zusammen, wodurch es uns in einem dritten Abschnitt möglich wird, den Vergleich des Centralnervensystems der Cetaceen mit dem anderer Placentalier durchzuführen.

Bezüglich der Literaturangaben können wir auf Guldberg's sehr vollständige historische Einleitung hinweisen, einige von Guldberg nicht berücksichtigte oder später erschienene Arbeiten werden von uns gelegentlich im Texte erwähnt werden.

Diese Arbeit wurde in dem Laboratorium der hiesigen Grossherzoglich Sächsischen Landes-Irrenheilanstalt ausgeführt, und es ist uns eine angenehme Pflicht, dem Director derselben, Herrn Professor Binswanger, für sein freundliches Entgegenkommen unseren besten Dank auszusprechen.

1) Letztere Arbeit kam uns übrigens erst in die Hände, als unsere Untersuchungen über das Pinnipediergehirn bereits abgeschlossen waren.

2) G. A. Guldberg: Ueber das Centralnervensystem der Bartenwale. Christiania 1885.

I. Specielle Untersuchungen über das Centralnervensystem der Cetaceen.

A) Das Centralnervensystem von *Hyperoodon rostratus*[1]).

1. Aeussere Oberfläche des Gehirns.

Die äussere Contour des Gehirns von *Hyperoodon rostratus* ist annähernd, aber nicht ganz genau kreisförmig. Die Convexität ist mässig stark gewölbt, ihre Seitenflächen fallen steil ab (siehe Taf. IV). Die vordere innere Ecke jeder Hemisphäre ist nicht abgerundet, sondern rechtwinklig, die vordere Medianfläche des Gehirns lässt hier eine tiefe Einkerbung erkennen, wir bezeichnen sie als Fossa anterior superior (F. a. s.).

Das Cerebellum liegt ziemlich frei, höchstens ein Fünftel ist von den grossen Hemisphären bedeckt. Die medianen Mantelkanten treten ungefähr in rechtem Winkel auseinander. Die Spalte zwischen Gross- und Kleinhirn ist ziemlich stark vornüber geneigt. Die hinteren Flächen des Kleinhirns fallen steil ab. Bei den nicht durch Druck deformirten Gehirnen sind die Hemisphären des Grosshirns fast symmetrisch, das Kleinhirn, namentlich im Wurm, stark asymmetrisch. Die Hemisphären des Grosshirns sind, von oben gesehen, oval, die langen Axen beider Ovale convergiren leicht nach vorn. GULDBERG sagt von *Balaenoptera Sibbaldii*, *musculus* und *borealis*, dass die Verbreiterung der grossen Hemisphären nach hinten zu ganz auffällig sei, dies ist bei dem Gehirn von *Hyperoodon* nicht der Fall. Die Nierenform, von der GULDBERG spricht, wenn man eine grosse Hemisphäre von der Fossa Sylvii aus sieht, lässt sich auch bei *Hyperoodon* wiederfinden (siehe Taf. VI).

In der Basalansicht wird das Gehirn von zwei fast geraden Linien vorn und hinten, von zwei mässig geschweiften zu beiden Seiten begrenzt. Auch hier ist keine nennenswerthe Asymmetrie der grossen Hemisphären zu finden (siehe Taf. IV und V). Auch die Hemisphären des Kleinhirns sind annähernd gleich, im Gegensatz zu denen der Bartenwale (GULDBERG). Oblongata und Pons treten zwischen den Hemisphären des Kleinhirns, durch deutliche Furchen von demselben abgesetzt, scharf und plastisch hervor. Cerebellum, Oblongata und Pons erscheinen zusammen in Form einer quergestellten Niere. Zwischen der Brücke und dem Stirnlappen sieht man in der Länge von mehreren Centimetern die Hirnschenkel divergiren.

---

1) Es standen uns im Ganzen 4 gut erhaltene, in Müller'scher Lösung und in Alcohol gehärtete Gehirne von *Hyperoodon rostratus* zur Verfügung. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf alle vier Gehirne, die Zahlenangaben auf eines, welches speciell zu diesem Zweck zerlegt worden ist.

Maasse.

Da es uns blos auf relative Maassangaben ankam, indem die Härtung der Gehirne die absoluten Maasse zu sehr verändert hat, geben wir im Folgenden nur die an einem Gehirn gewonnenen Resultate:

Grösste Breite des Gehirns im Gebiet der Temporallappen: 21 cm, im Gebiet der Stirnlappen: 20,5 cm.

Grösste Breite des freiliegenden Kleinhirns: 12,7 cm.

Grösste Breite des Pons: 4,5 cm.

Grösste Breite des Cervicalmarks: 1,3 cm.

Grösste Breite der Oblongata:

1) in der Gegend der Clavae: 1,8 cm,

2) in der Mitte der Oliven: 2,7 cm.

Breite der Temporallappen auf der Basalfläche:

links 6,7 cm, rechts 6,6 cm.

Grösste Höhe des Gehirns: 13,3 cm.

Länge des Stirnlappens auf der Basis: 7,7 cm.

Länge des Schläfenhinterhauptlappens auf der Basis: 8,0 cm.

Länge des Pons auf der Basis: 3,5 cm.

Länge des Kleinhirns auf der Basis: 6,0 cm.

Länge der Oblongata vom unteren Ende des Pons bis zu den oberen Enden der Clavae: 3,1 cm.

Oberseite:

Länge der medianen Mantelkanten bis zu ihrer Divergenz über dem Kleinhirn: 11,2 cm.

Länge des sichtbaren Theils des Kleinhirns: 5,8 cm.

Vorderhirn.

Es lassen sich im Gegensatze zu dem Gehirne anderer Säugethiere auf der Oberfläche des Vorderhirns von *Hyperoodon* ungezwungen nur zwei Lappen unterscheiden: Stirnscheitellappen und Hinterhauptschläfenlappen [1]); auch diese sind nur in ihren basalen und seitlichen Theilen deutlich von einander durch die Fossa Sylvii geschieden, auf der Convexität gehen Hinterhauptshirn und Scheitelhirn ohne Grenzen in einander über. Vor allem fällt bei den Gehirnfurchen in die Augen, dass dieselben zwar sehr zahlreich sind, aber bis auf die Hauptfurchen kaum irgendwie in prägnanten Gruppirungen hervortreten. Es findet sich nirgends ein besonders characteristisch geformter Lappen. Die ganze Oberfläche erscheint fast gleichmässig gestückelt.

Beschreibung der Furchen [2]).

Die Fossa Sylvii beginnt auf der Basalfläche zwischen Stirn- und Schläfenlappen, 3,3 cm von der Mittellinie entfernt, und schlingt sich, entsprechend den vorderen unteren Contouren des Schläfenlappens,

---

1) Auf die Ansicht Broca's, dass ein Temporallappen den Cetaceen fast vollständig fehle, wird bei der allgemeinen Feststellung der Homologien zurückzukommen sein.

2) Es ist öfters versucht worden, einen Unterschied zwischen den Bezeichnungen Sulcus und Fissura zu begründen. Pansch (Die Furchen und Wülste am Grosshirn des Menschen. Berlin 1879) hat es nach entwicklungsgeschichtlichen Principien versucht, Broca (Nomenclature cérébrale. Revue d'Anthropologie. Paris 1878) nach der Grösse der durch sie getrennten Rindenabschnitte. Diese Unterscheidung erscheint uns bis jetzt nicht durchführbar.

um diesen auf die Seitenfläche, um dann nach hinten und oben zu verlaufen. Nach einem Verlaufe von 3,5 cm auf der Seitenfläche verbreitert sie sich etwas und giebt 4—5 Radiärfurchen ab (siehe Taf. VI Fig. 1). Der Ramus perpendicularis der Fossa Sylvii scheint vertreten durch eine Reihe schräg und ziemlich horizontal verlaufender, paralleler, schwächerer Furchen. Ueber die Fissura rhinalis ant., welche diese Aeste abgibt, werden wir bei Behandlung der Windungen der Basalfläche sprechen. Grosse concentrische Furchen sehen wir drei. Der Sylvischen Furche zunächst liegt, von ihrem Ende 3,4 cm entfernt, die Fissura ectosylvia (F. es.) annähernd halbkreisförmig um dieses Ende verlaufend. Diese Furche reicht nicht bis an die Basalfläche des Gehirns. Der hintere Schenkel kehrt im Bogen in die Sylvische Furche zurück. Auf der rechten Hemisphäre findet sich im hinteren Schenkel eine deutliche Ueberbrückung. Einzelne Unterabtheilungen der Fissura ectosylvia lassen sich nicht unterscheiden. Die Tiefe dieser Furche beträgt: hinten 2,3 cm, in der Mitte 2,6 cm und vorn 2,5 cm, nimmt also nach hinten zu etwas ab. Die zweite Hauptfurche ist die Fissura suprasylvia Owen (F. ss.). Sie beginnt auf der Basalfläche an der Grenze von Hinterhaupt- und Schläfenlappen und zieht leicht medianwärts gerichtet über die Convexität bis ins Stirnhirn, dann wendet sie sich an der medianen vorderen Einsenkung abwärts und geht zuweilen in die Fissura lateralis über. Wieder findet sich auf der rechten Seite einmal eine schmale Ueberbrückung. Die Tiefe beträgt: hinten 1,6 cm, in der Mitte 2,4 cm, vorn 2,4 cm. Der Abstand vom Ende der Fissura Sylvii beträgt: hinten 9,6 cm, in der Mitte 6,5 cm, vorn 9,6 cm. Sie nähert sich also diesem Ende beträchtlich in der Mitte. Mehrmals beobachteten wir eine Gabelung der Fissura suprasylvia unter Bildung eines mehr oder weniger scharf abgegrenzten Lappens (siehe Taf. IV und VI F. ss'.).

Die dritte Hauptfurche, die Fissura lateralis (F. l.), beginnt am hinteren Ende des Gehirns mit mehreren Aesten, zieht bis in die Mitte der Hemisphären etwas nach innen und läuft dann in genau sagittaler Richtung dem Medianrand der Hemisphären parallel in einer Entfernung von 2,2 cm von demselben (siehe Taf. IV). Nach vorn zieht sie senkrecht in die oben erwähnte Fossa anterior superior hinab, ohne jedoch die Basalfläche zu erreichen. Mit der F. praesylvia kann sie vorn in mannigfacher Weise communiciren. Meist zieht die F. praesylvia vor dem vorderen Ende der F. lateralis vorüber, durch eine schmale, versenkte Brücke von derselben getrennt, zur medianen Mantelkante. Auf 2 Hemisphären ging die F. lateralis direct in die F. praesylvia über, welche letztere in diesem Falle die Mantelkante gar nicht erreicht und sich zusammensetzt aus einem medialen, die F. lateralis in sagittaler Richtung fortsetzenden Ast und einem lateralen, welcher zur F. rhinalis ant. hinüberzieht. Ihre Tiefe beträgt: hinten 2,9 cm, in der Mitte 3,3 cm, vorn 2,7 cm. Die Entfernung von der Fissura suprasylvia beträgt in der Mitte 5,5 cm.

Durch diese drei Hauptfurchen werden 4 Gyri abgegrenzt; der erste um die Sylvische Furche gelegene, nach oben durch die Fissura ectosylvia begrenzte ist der Gyrus Sylvii inferior. Derselbe wird durch die von dem Ende der Sylvischen Furche ausgehenden schon erwähnten Radiärfurchen in 5—6 Gyri getheilt. Es ist diese Anordnung gerade entgegengesetzt der concentrischen Anordnung der Unterabtheilungen des Gyrus Sylvii inferior bei den Hirnen der von Guldberg beschriebenen Bartenwale. Die zweite Urwindung (Huschke) ist als Gyrus Sylvii superior zu bezeichnen und liegt zwischen Fissura ectosylvia und Fissura suprasylvia. Der Verlauf dieser Urwindung ist, wie sich schon aus dem beschriebenen Verlauf der beiden Fissuren ergiebt, unregelmässig, nach vorn geht sie ohne scharfe Grenze in die Stirnwindungen über, nach hinten lässt sie sich bis zum Occipitalpol von den anderen Urwindungen scharf abgrenzen. Eine secundäre, unregelmässig verlaufende Fissur theilt diesen Gyrus Sylvii superior in zwei parallele Bänder. Dieses Verhalten ist gerade das entgegengesetzte wie bei den Finwalen, bei denen nach Beauregard der Gyrus Sylvii inferior in zwei parallele Bän-

der getheilt ist, während der superior ungetheilt bleibt. Es ist dabei ganz ausgeschlossen, dass diese secundäre Furche des Gyrus Sylvii inferior des Finwalgehirns als unsere Fissura ectosylvia aufzufassen wäre. Tertiäre, meist senkrecht zu den Hauptfurchen gestellte Furchen theilen die beiden Bänder der zweiten Urwindung in eine Reihe von polygonalen Feldern.

Zur dritten Urwindung übergehend, welche von der Fissura suprasylvia und der Fissura lateralis begrenzt wird und als Gyrus suprasylvius bezeichnet werden muss, ist zunächst zu bemerken, dass sie etwas breiter ist als die vorige. Eine auch nur einigermaassen deutliche Fissura ectolateralis (siehe Taf. IV), wie sie GULDBERG von den Bartenwalen beschreibt, konnte nicht constatirt werden. Diese Urwindung zerfällt durch seichte Sulci in eine Anzahl polygonaler Felder, die durch senkrechte Verbindungslinien der Grenzfissuren in 5—6 Gruppen zerfallen.

Als vierte Urwindung fassen wir den Complex auf, welcher zwischen der Fissura lateralis und der Fissura corporis callosi liegt. Ein unteres Stück dieses Complexes wird durch die Fissura splenialis abgeschnitten. Die Breite der 4ten Urwindung beträgt: hinten 5,5 cm, in der Mitte 6,6 cm, vorn 3,5 cm. Mit dem grösseren Theile liegt diese Urwindung auf der Medianfläche, nur der kleinere liegt auf der Convexität. Die Tiefe der Fissura splenialis beträgt: hinten 2,8 cm, in der Mitte 3,2 cm, vorn 1,9 cm. Der Abstand der Fissura splenialis von der Fissura corporis callosi beträgt: hinten 0,4 cm, in der Mitte 1,7 cm, vorn 1,4 cm. Namentlich in ihrem hinteren Abschnitt giebt sie starke Aeste nach hinten ab.

Der zwischen Fissura splenialis und Fissura lateralis liegende Theil ist als Gyrus medialis zu bezeichnen, der untere Theil der 4ten Urwindung zwischen Fissura splenialis und Fissura corporis callosi ist der Gyrus fornicatus. Eine deutliche Fissura confinis (siehe GULDBERG pag. 112) vermochten wir nicht zu entdecken; eine Fissura genualis war angedeutet. Eine weitere Eintheilung des Gyrus medialis ist daher nicht möglich. Von dem Gyrus fornicatus ist nur auszusagen, dass er vorn in die basalen Stirnwindungen übergeht, sich hinten in den Gyrus cinguli verschmälert und als solcher in den Schläfenlappen herabsteigt.

Die Fissura sublimbica ist dagegen deutlich zu sehen, sie läuft parallel der Fissura corporis callosi und der Fissura splenialis, hört aber hinten noch vor dem Balkenwulst auf und pflegt in die F. splenialis einzumünden, vorn macht sie den Bogen um das Balkenknie mit.

Furchen und Windungen des Stirnlappens und der Basalfläche.

Wir gehen von der Substantia perforata antica aus. Vorn und seitlich wird dieselbe von der Fiss. circularis interna begrenzt. Hinten ist sie mit dem Haken des Schläfenlappens verbunden. In den letzteren schneidet die Fiss. corporis callosi als F. hippocampi, die Fiss. splenialis als F. rhinalis posterior ein. Aus der Fossa Sylvii zieht medialwärts, vor und parallel der Fiss. circularis interna, die Fiss. rhinalis anterior, eine Fortsetzung der die Insel einschliessenden Fiss. circularis externa. Mit der Fissura rhinalis anterior steht die Fissura olfactoria, welche schwach ausgeprägt ist, oft in Zusammenhang.

Dieselbe liegt an ihrem hinteren Ende 0,9—1,6 cm von der Medianlinie entfernt und nähert sich vorn etwas mehr derselben. Parallel dem Sulcus olfactorius verläuft die Fissura praesylvia, deren variablen Verlauf wir gegenüber den Angaben anderer Autoren von vornherein betonen müssen. Der basale Ursprung der Fissura praesylvia liegt in der Nähe des vorderen Endes der Fissura rhinalis anterior. Die Länge der letzteren beträgt $3^1/_2$ cm. Die Fissura praesylvia biegt dann

auf den vorderen Theil der Convexität um und schneidet nach einem Gesammtverlauf von 8,6 cm in den Medianrand ein. Die Abweichungen, von denen wir oben sprachen, bestehen darin, dass die Fissura praesylvia und der Sulcus olfactorius theilweise zusammenfallen können, so dass es scheinen könnte, als schnitte der letztere in die Medianlinie ein. Ferner können Brücken die Fissura praesylvia unterbrechen, dies scheint auf der rechten Seite vorzuherrschen. Tritt die Brücke am vorderen Ende der Fissura praesylvia vor dem Einschneiden in den Medianrand auf, so bietet der Einschnitt täuschende Aehnlichkeit mit dem Sulcus cruciatus der *Carnivoren*. In letzterem Falle — bei Anwesenheit von Brücken — kann der Einschnitt in den Medianrand so wenig tief sein, dass er von so vielen anderen kleinen unbenannten Einschnitten vor und hinter demselben sich nicht abhebt.

Durch einige kleine Querwindungen vom vorderen Ende der Fiss. suprasylvia und lateralis getrennt, setzt die Fiss. coronalis [1]) (Owen) die Fiss. suprasylvia nach vorn bis auf die Basalfläche fort; ein Ast der Fissura coronalis wendet sich noch auf der Vorderfläche des Gehirns seitwärts und mündet in die Fissura ectosylvia. Auf mehreren der von uns untersuchten Hemisphären hob sich übrigens eine F. coronalis nicht scharf von zahlreichen Parallelfurchen ab.

Im Bogen schlingt sich, ausgehend von der Fiss. corporis callosi, nach hinten um die Ganglien des Stammes bis an die Spitze des Schläfenlappens die Fissura hippocampi und schneidet aus dem Temporallappen den sogen. Haken heraus. Ein sehr schmaler Windungsstreifen trennt sie von der Fissura splenialis, welche letztere sie bis an das vordere Ende des Schläfenlappens begleitet.

Die Entfernung der Fissura splenialis von der Fiss. lateralis am Balkenwulst beträgt 4,8 cm. Die Fiss. lateralis erreicht die Unterfläche des Schläfenlappens nicht.

Von der Fissura splenialis ziehen 9—10 radiär verlaufende secundäre Furchen zur Fiss. lateralis, ohne dieselbe jedoch zu erreichen.

Es dürfte hier am Platze sein, eine Beschreibung der **Insel** zu geben. Verfolgt man die Fissura circularis interna (Guldberg) und Fissura rhinalis anterior in die Tiefe der Fossa Sylvii, so ergibt sich, dass die erstere bald seicht endet; die letztere begibt sich in starkem Bogen zuerst unter die überhängenden Stirnscheitelwindungen und kehrt dann unter den Schläfenwindungen wieder zu der medialen Region zurück. Sie begrenzt so die Insel von aussen; die F. circularis interna begrenzt die Insel wenigstens in ihren vorderen Theilen von innen. Da, wo die letztgenannte Furche endet, erhebt sich das Limen insulae. Von letzterem gehen die Gyri breves der Insel aus. Ausser zwei Uebergangswindungen zwischen Stirn und Schläfenlappen zählen wir deren fünf, denen 6 Furchen entsprechen. Die Länge der Gyri vom Limen ab beträgt ca. 3 cm. Noch vor dem Limen insulae zweigt sich von der Lamina perforata ein schmaler Gyrus zum Gyrus hippocampi ab. Die Gesammtbreite der Insel beträgt 3,7 cm, die Entfernung von der Oberfläche auf dem später zu erwähnenden Horizontalschnitt 3,9 cm. Parallel der Insel, von dem Innenrand der Rinde derselben 2—3 mm entfernt, zieht ein dünner, grauer Streifen — das Claustrum. Der weisse Streifen nach innen von dem Claustrum ist die Capsula externa.

---

1) Wir benennen diese Furche hier zunächst im Anschluss an Guldberg als F. coronalis, in der That darf dieser Name jedoch nur derjenigen Furche beigelegt werden, welche unmittelbar vor dem vorderen Ende der F. lateralis entspringt und der F. praesylvia annähernd parallel auf der Basis bis in die Nähe der F. rhinalis ant. verläuft. Eine Fortsetzung der F. suprasylvia ist diese Furche nur scheinbar; vorgetäuscht kann dies dadurch werden, dass die F. suprasylvia vorn meist sich etwas medialwärts wendet und so sich dem vorderen Ende der F. lateralis nähert. Die Fortsetzung der F. suprasylvia sehen wir vielmehr in einer lateral vom vorderen Ende des Hauptstammes beginnenden und basalwärts ziehenden, übrigens sehr inconstant verlaufenden und mit der F. coronalis oft zusammenhängenden Furche.

Diese so beschriebenen grossen Hemisphären stehen durch die beiden Pedunculi cerebri, welche in einer sagittalen Ausdehnung von 1,5 cm zwischen Stirnhirn und Pons freiliegen, mit dem Zwischenhirn und dem Nachhirn in Verbindung.

Das Kleinhirn.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung zeigt sich, dass das Kleinhirn, wie bei anderen Säugethieren, in drei Theile zerfällt: die beiden Kleinhirnhemisphären und den Wurm. Jede Hemisphäre misst in der Breite 5,4 cm, der Wurm durchschnittlich fast 2 cm. Wurm und Hemisphären sind, namentlich auf der Oberseite, scharf von einander abgesetzt. Die Länge jeder Hemisphäre beträgt 5,8 cm, die grösste Höhe, senkrecht zur Oblongata gemessen, 4,8 cm.

Der Vermis superior lässt, sowohl von oben gesehen, wie auf dem Querschnitt, 5 Hauptfissuren erkennen, von welchen die drei vordersten annähernd in der Frontallinie verlaufen, während die beiden hintersten schief verlaufen und durch eine sagittal ziehende Fissur verbunden sind. Die beiden letzteren ziehen von links oben nach rechts unten.

Am Arbor vitae kann man 10 Hauptäste unterscheiden, bezüglich deren Lage wir auf die Zeichnung verweisen (siehe Taf. VII Fig. 1). Vermis inferior und Vermis posterior zeigen weniger deutliche Fissuren als der Vermis superior. Die grosse centrale Fissur ist 1 cm tief, vor derselben liegen im Vermis inferior noch 3 kleinere Fissuren, hinter derselben im Vermis posterior desgleichen drei. Das gesammte Kleinhirn wiegt 255 g; hiervon kommen auf die rechte Kleinhirnhälfte 132 g, auf die linke 123 g. Eine gewisse, wenn auch nicht erhebliche Asymmetrie ist also vorhanden. Von dem vordersten Läppchen des Unterwurms geht eine dünne Platte von etwa 2 cm Länge — das Velum medullare anticum — aus. Eine Lingula konnten wir nicht finden.

Eine jede Kleinhirnhemisphäre wird durch zwei Hauptfissuren in 3 Gyri zerlegt, die eine, mehr lateral gelegen, entspringt noch auf der Unterfläche des Kleinhirns, ungefähr da, wo Acusticus und Facialis über dieselbe hinwegziehen, und folgt dann in ihrem weiteren Verlauf nach hinten genau dem äusseren Rande des Kleinhirns; sobald sie an der Stelle, wo das Kleinhirn seine grösste Breite erlangt, angekommen ist, schlägt sie mit ihrem Hauptast sich auf die Unterfläche und verläuft hinten fast genau transversal zur Oblongata, der andere Ast wendet sich nach innen und hinten und mündet in die zweite Hauptfissur. Diese letztere ist ausserordentlich tief, nämlich 1,5 cm, beginnt im halbmondförmigen Ausschnitt des Kleinhirns über dem Brückenarm, zieht dann nach hinten und zugleich etwas lateralwärts, nimmt da, wo sie den lateralen Rand des Kleinhirns erreicht, den erwähnten Ast der ersten Fissur auf und schlägt sich dann ebenfalls mit einem transversalen Ast auf die Unterfläche bis zur Oblongata. Ein auf der Oberseite abgehender Ast wendet sich genau nach hinten und schlägt dann, immer am hinteren Rande des Kleinhirns sich haltend, die frontale Richtung ein.

Von der Incisur zwischen Wurm und Hemisphäre geht zwischen dem mittleren und hinteren Drittel regelmässig eine tiefe Fissur ab, welche annähernd frontal über die obere Fläche des Kleinhirns verläuft und mit der zweiten Hauptfissur selbst oder mit dem letzterwähnten Ast derselben in Verbindung tritt. Diese Verbindung variirt im Einzelnen sehr. Durch die erwähnten Furchen entstehen im Ganzen 5 Lappen, zwei obere, ein lateraler und ein medialer, drei untere, ein vorderer, mittlerer und hinterer. Der obere mediale zerfällt durch eine Reihe secundärer, transversal gestellter Furchen in eine Anzahl Blätter, etwa 9 an der Zahl. Der obere laterale Lappen ist durch 2 oder 3 grössere Secundärfurchen in 3 oder 4 Lappen getheilt, auch diese secundären Furchen verlaufen transversal. Der untere vordere Lappen zerfällt durch mehrere von der grossen, äusseren Fissur ausgehende Aeste in 3—4 Unterlappen, während der mittlere

untere keine grösseren Unterabtheilungen aufzuweisen hat. Der hintere untere ist in seinem oberen Theil durch variable schräge Furchen in dünne Blätter gespalten.

Das Kleinhirn steht mit der Oblongata durch drei Crura cerebelli in Verbindung.

Die Crura cerebelli posteriora treten, 8 mm von der Mittellinie entfernt, zusammen mit den Crura cerebelli media in die Markmasse des Kleinhirns ein. Die mittleren Kleinhirnstiele liegen bei ihrem Ursprunge aus dem Pons genau unter dem Boden der inneren eben beschriebenen Hauptfissur. Zu beiden Seiten des Velum medullare anticum ziehen von den Vierhügeln her die beiden Crura cerebelli anteriora, von der Mittellinie ungefähr 0,7 cm entfernt, nach hinten in die Markmasse des Kleinhirns.

Mittelhirn.

Von dem Mittelhirn sind auf der Basis die beiden Hirnschenkel sichtbar, sowie die Substantia perforata postica. Der linke Pedunculus cerebri ist bei seinem Austritt aus dem Pons 2,1 cm, der rechte 2,5 cm breit. Die Strecke vom Pons Varoli bis zum Chiasma misst in der Mittellinie 0,7 cm. Vom Seitenrand des Pons bis zu der Stelle, wo der Tractus opticus unter dem Schläfenlappen verschwindet, messen wir 2,1 cm. Die Lamina perforata posterior nimmt einen Winkel ein, dessen einer Schenkel der Tractus opticus, dessen anderer Schenkel die mediale Kante des Hirnschenkels ist. Die Lamina perforata posterior ist an ihrem hinteren Ende noch 0,7 cm von dem vorderen Ende des Pons entfernt.

Vor der Substantia perforata postica und hinter dem Infundibulum liegt das Corpus mammillare, als schwache 0,4 cm in der Sagittalebene messende Erhöhung.

Eine scharfe Grenze gegen das Tuber cinereum ist äusserlich nicht sichtbar. Im hinteren Winkel des Chiasma erhebt sich auf dem Tuber cinereum der Trichter mit der Hypophyse. Die Gesammthöhe des Tuber und des Infundibulums beträgt 0,7 cm. Die Hypophyse selbst besteht aus zwei Lappen. Der vordere ist 2,3 cm breit, 1,3 cm hoch und an seiner Basis 0,9 cm dick, er hat die Form eines in sagittaler Richtung flachgedrückten Ellipsoids. Mit dem Infundibulum hängt er durch einen dünnen, 0,6 cm breiten Stiel zusammen. Der Stiel des hinteren Lappens ist dicker und vor dem Tuber cinereum wie mit einem Charnier eingelenkt, er ist 1,2 cm breit, 1,0 cm hoch, 0,2 cm dick. (Siehe Anhang: »Die Hypophyse«.) Die Infundibularhöhle war nicht bis in den hinteren Lappen zu verfolgen.

Pons.

Der Pons misst im sagittalen Durchmesser, wie bereits erwähnt, 3,5 cm, in der Breite 4,5 cm. Eine Längsfurche ist nur ganz unbestimmt angedeutet. Die Oberfläche ist leicht höckerig und zeigt eine grosse Menge Gefässperforationen; während die vordere Grenzlinie des Pons nahezu gradlinig verläuft, verläuft die hintere nach hinten convex.

Oblongata.

Die Breite und Länge der Oblongata ist bereits angegeben. Auf der unteren Fläche treten zu beiden Seiten der mittleren Längsfurche die beiden Oliven hervor. Die obere Spitze derselben ist vom hinteren Rande des Pons 0,8 cm entfernt. Die Breite der Olivenerhebung beträgt 1,4 cm, die Länge

1,6 cm. Ausser der mittleren Längsfurche lassen sich rechts und links noch 2—3 Furchen unterscheiden, von den letzteren begrenzt eine den Seitenrand der Oliven.

Austritt der Hirnnerven.

I. Der Nervus olfactorius ist ausserordentlich schwach entwickelt, rechts stärker als links. Eine vordere Anschwellung war nicht zu finden. Die beiden Nerven verlaufen etwa 1,8 cm weit im Sulcus olfactorius und münden centralwärts im Trigonum olfactorii, welch' letzteres continuirlich in die Lamina perforata antica und in den Lobus insulae übergeht. Der rechte Olfactorius ist 1 mm, der linke nicht ganz 0,5 mm breit.

II. Nervus opticus. Die beiden Nervi optici bilden vor dem Infundibulum ein Chiasma. Die Breite eines jeden Nervus opticus beträgt 0,6 cm, die Dicke 0,3 cm. Die beiden Nerven stossen nicht in einem Winkel zusammen, sondern die inneren Kanten derselben werden an ihrem centralen Ende durch eine 0,3 cm lange Transversallinie verbunden. Das Chiasma selbst ist 1,5 cm breit, 0,9 cm lang. Die beiden Tractus optici weichen in fast gestrecktem Winkel auseinander, schlingen sich um die Hirnschenkel und verschwinden zwischen diesen und den Schläfenlappen. Jeder Tractus opticus ist 0,5 cm breit, 0,3 cm dick, das frei liegende Stück ist circa 2,4 cm lang. Bemerkenswerth ist, dass jeder Tractus opticus nach dem Austritt aus dem Chiasma eine sehr erhebliche Torsion erleidet, der Art, dass die ursprünglich vordere Fläche zur unteren, die ursprünglich hintere Fläche zur oberen wird.

III. Nervus oculomotorius. Der Oculomotorius entspringt 0,6 cm von der Mittellinie entfernt mit einer Reihe deutlich unterscheidbarer Wurzelfäden aus den Hirnschenkeln mitten zwischen Pons und Tuber cinereum. Sein weiterer Verlauf ist ein durchaus transversaler. Seine Breite beträgt 0,3 cm.

IV. Nervus trochlearis. Derselbe tritt zwischen Kleinhirn und Brücke, 0,5 cm von den Hirnschenkeln entfernt, auf die Unterfläche des Gehirns und liegt hier vom Nervus trigeminus 0,4 cm entfernt. Er ist ziemlich schwach.

V. Nervus trigeminus. Der Nervus trigeminus zieht sich, am Seitenrande des Pons entspringend, in lateraler Richtung über die Vorderspitze des Kleinhirns weg. Bei seinem Ursprung ist er vom vorderen Ponsrand 0,8 cm entfernt. Eine Portio minor entspringt etwas mehr vorn und medial, eine Portio major mehr lateral. Die Gesammtbreite beträgt 1 cm. In 5—6 cm Entfernung vom Ursprung theilt er sich in 2 Stämme.

VI. Nervus abducens. Der N. abducens entspringt aus der Oblongata neben den Pyramiden 0,6 cm vom hinteren Ponsrande entfernt, mit 7 Wurzelfäden, die sich zunächst in drei Bündel und nach einem Verlauf von 2,3 cm in ein Bündel vereinigen.

VII. Nervus facialis. Der N. facialis ist relativ schwach entwickelt, er entspringt aus der Oblongata unmittelbar hinter dem Ursprung der Brückenarme, an seinem Austritt ist er 0,7 cm breit. Ein geringer Faserantheil entspringt einige Millimeter weiter hinten (Portio Wrisbergii). Im weiteren Verlauf zieht der Nerv über den vorderen unteren Lappen des Kleinhirns in transversaler Richtung.

VIII. Nervus acusticus. Dieser Nerv entspringt unmittelbar hinter dem vorigen, ist 1,1 cm breit und folgt weiterhin genau der vorderen Transversalfurche der Unterfläche des Kleinhirns.

IX. Nervus glossopharyngeus. Der N. glossopharyngeus entspringt mit acht Wurzelfäden unmittelbar hinter dem vorigen, aus den Seitentheilen der Oblongata. Die über das Kleinhirn wegziehende Wurzelfäden vereinigen sich erst im lateralen Theile desselben zum Glossopharyngeus-Stamme.

X. Nervus vagus. Der N. vagus tritt aus der Oblongata hervor in der Höhe der Mitte der Oliven, da, wo die hintere untere Transversalfurche des Kleinhirns die Oblongata erreicht, der weitere Verlauf ist wie der des vorigen Nerven.

XI. Nervus accessorius. 16—20 Wurzelfäden setzen sich zum N. accessorius zusammen. Die unteren Wurzelfäden sind bedeutend stärker und ziehen 4—5 cm weit nach oben, um sich mit den dünneren oberen Wurzelfäden zu vereinigen.

XII. Nervus hypoglossus. Der N. hypoglossus tritt 2 cm unterhalb des Ursprungs des Abducens aus derselben Furche wie dieser, vom Seitenrand der Oblongata 0,4 cm entfernt, mit 10—12 Wurzelfäden aus dem Stamme der Oblongata hervor; dieselben vereinigen sich 4 cm von ihrem Ursprung entfernt zu dem 0,3 cm dicken Nervenstamm [1]).

2. Innere Anatomie des Gehirns.

Nachdem wir nunmehr die Oberfläche des Gehirns und seine Nerven beschrieben haben, wenden wir uns zu dem inneren Bau und werden der Reihe nach Commissuren, Ventrikel, grosse Ganglien und Leitungsbahnen behandeln.

Commissuren.

Die grösste Commissur des *Hyperoodon*-Gehirns ist der Balken, an demselben ist deutlich ein hinteres Splenium und ein vorderes Genu und Rostrum unterscheidbar (siehe Taf. VI Fig. 3). Das Splenium ist 0,7 cm dick, das Corpus 0,4 cm, das Genu an der Unterbrechungsstelle 1,1 cm; der ganze Balken 6 cm lang. Die Commissura anterior ist macroscopisch nicht mit Sicherheit zu sehen. Die Commissura media seu mollis ist auffällig stark. Sie erscheint auf einem Medianschnitt fast genau kreisförmig. Ihr Durchmesser beträgt 1,8 cm. Sie entspringt in der Medianfläche des Thalamus opticus, von seiner oberen Fläche 1,8 cm entfernt. Da die beiden Thalami optici mit ihren medialen Wänden einander sehr nahe treten, beträgt die Breite der Commissura media im Frontalschnitt kaum 1 mm. Die Höhe des Querschnitts des 3ten Ventrikels unter der Commissura mollis beträgt 0,7 cm. Zwischen den Fornix-Säulen und dem vorderen Rand der Commissura media bleibt ein Zwischenraum von knapp 3 mm. Die Commissura post. entspringt am vorderen Rande der Vierhügel unterhalb der Zirbeldrüse und ist 1 cm lang und 0,4 cm breit.

Ventrikel.

Im *Hyperoodon*-Gehirn lassen sich 4 Ventrikel unterscheiden. Nach Führung eines Horizontalschnitts 0,5 cm oberhalb des Balkens finden wir folgende Verhältnisse (siehe Taf. VII Fig. 3). Zunächst übersieht man die Ausdehnung der Seitenventrikel, dieselben erstrecken sich auf diesem Schnitte in einer Länge von 8,4 cm von der Spitze des Stirnhirns bis zur Spitze des Hinterhaupthirns durch jede Hemisphäre. Die Decke der Seitenventrikel wird gebildet durch die seitliche Ausstrahlung des Balkens, die eine Mächtigkeit von 0,5 cm besitzt; die Balkenausstrahlung jeder Hemisphäre bildet auf dem Horizontalschnitt einen Winkel mit vorderem

1) Bezüglich der Beziehungen der basalen Hirnnerven zu den Foramina der Schädelbasis können wir auf die kurzen Bemerkungen von Flower (On the recent Ziphioid Whales, Transact. of the Zoolog. Soc. of London vol. VIII) verweisen.

kürzeren und hinterem längeren Schenkel. Der Scheitel dieses Winkels ist circa 6 cm von der Vorderfläche des Gehirns entfernt. Da die Balkenausstrahlung nicht genau horizontal, sondern von medial unten nach lateral oben steigt, bildet dieselbe nicht nur die Decke, sondern auch den oberen Theil der medianen Seitenwand eines jeden Ventrikels. Die laterale Seitenwand des Ventrikels wird von den grossen Ganglien gebildet, vorn von dem Corpus striatum, hinten vom Thalamus opticus. Dieselben Körper bilden zugleich die Unterfläche der Seitenventrikel. Zwischen Thalamus opticus und Corpus striatum sieht man sagittal verlaufende Fasern. In der angegebenen Schnitthöhe misst das vordere Horn 2,5 cm in der Länge, ist also nicht so kurz wie bei den Bartenwalen. Das hintere Horn [1]) hat in derselben Schnittfläche eine Länge von 2,3 cm. Das untere Horn liegt im Verlauf der Fornix-Schenkel und erstreckt sich von dem hinteren Ende des Thalamus opticus 4,3 cm nach hinten unten und seitwärts. Die Spitze des Unterhorns ist in dieser Ebene vom hinteren Ende des Hinterhauptlappens 3,6 cm entfernt.

Der dritte Ventrikel beginnt hinter den Säulen des Fornix, nach hinten an Höhe zunehmend (siehe Tafel VII Fig. 1). Vor dem Chiasma nervorum opticorum erreicht er eine Höhe von 1,8 cm und eine Breite von 2 mm. Etwa 0,4 cm unter seiner Decke sind die Wandungen ausgebuchtet, so dass der Ventrikel in dieser Höhe eine Breite von fast 3 mm hat. Durch die mittlere Commissur zerfällt er in einen oberen und einen unteren Gang, die sich beide vor der Glandula pinealis in fast gestrecktem Winkel vereinigen. Der schmale Kanal, der den dritten mit dem vierten Ventrikel verbindet, der Aquaeductus Sylvii, hat eine Länge von 2,2 cm, eine Höhe von 0,5 cm.

Der vierte Ventrikel misst von den Clavae bis zu den Vierhügeln 5,4 cm. Seine Decke wird auf der Strecke von 1,8 cm von dem Velum medullare anticum gebildet. An den deutlich ausgebildeten Clavae geht der vierte Ventrikel in den Centralkanal über.

Grosse Ganglien.

I. Thalamus opticus (siehe Tafel VII Fig. 1 u. 2). Gegenüber dem Corpus striatum, welches ziemlich klein ist, fällt der Thalamus opticus durch seine relative Grösse auf. Die Medialfläche des Thalamus opticus, welche die Seitenwand des dritten Ventrikels bildet, ist cylindrisch gewölbt, im Querschnitt halbkreisförmig gekrümmt. Zwischen dem Corpus striatum und dem Thalamus opticus fällt die Vorderwand des letzteren um 0,8 cm ab. Die vordere Begrenzungslinie des Thalamus opticus bildet hier die Stria cinerea, welche genau transversal, wenig gekrümmt zwischen Corpus striatum und Thalamus opticus 3,2 cm seitwärts zieht, dann nach hinten sich schlingt und im Bogen in eine sagittale Richtung übergeht. Die Gesammtbreite des Thalamus opticus beträgt 3,6 cm, die grösste Länge 4,6 cm. In der Medianfläche hingegen beträgt die Länge nur 2 cm, so dass sich also der Thalamus opticus nach der Medianlinie und nach vorn stark verjüngt. Vom medianen Ende der Stria cinerea bis zum lateralen hinteren des Pulvinar misst der Thalamus opticus 6 cm. An seiner Seitenfläche geht die Sehhügelmasse ohne scharfe äussere Begrenzung in den Sehhügelstiel über. Nach hinten erstreckt sich der Sehhügel noch zur Seite der vorderen Vierhügel 0,8 cm weit. Dieser hintere Theil ist als Pulvinar zu bezeichnen. In ihrer Gesammtheit stellt die hintere Begrenzungslinie des Thalamus opticus ein stumpfwinkliges Dreieck dar, dessen Spitze neben den Vierhügeln liegt. Während in der Medianlinie die Oberfläche des Thalamus opticus in der Höhe der Kuppen der Vierhügel liegt, steigt seitwärts seine Oberfläche erheblich, nämlich um 1,9 cm, an; die hintere Fläche hingegen fällt wieder steil ab, so dass die

1) Bezüglich der Selbstständigkeit des Hinterhorns scheint *Hyperoodon* die Mitte einzuhalten zwischen *Phocaena* und *Balaenoptera*.

Spitze des Pulvinar wieder im Niveau der Vierhügel liegt. Die durchschnittliche Breite der grauen Substanz des Thalamus beträgt 0,9 cm. Von der hinteren medialen Ecke des Thalamus geht die hintere Commissur aus, von der hinteren oberen Ecke zieht nach hinten und medianwärts die Habena der Glandula pinealis. Der ganze Thalamus opticus, soweit er in den Ventrikel sieht, ist mit Ependym bekleidet. Die Dicke der Stria cornea beträgt 2 mm. An der Medianfläche des Thalamus opticus ist eine Furche vorhanden, die schon GULDBERG bei den Bartenwalen beschrieben hat; dieselbe zieht sich nach oben concav in einem Halbkreis unterhalb der Commissura media in das Foramen Monroi. Von der tiefsten Stelle des Halbkreises geht ein Zweig dieser Furche in das Infundibulum.

Gefässperforationen finden sich am Thalamus opticus namentlich in den hinteren Partien.

II. Corpus striatum. Das Corpus striatum wird auf einem Medianschnitt durch die aufsteigenden Fornixsäulen vollständig verdeckt. Es beginnt mit einer Breite von 0,7 cm und verbreitert sich am Ende des Vorderhorns zu 1,6 cm, dann wendet es sich um den vorderen äusseren Winkel des Thalamus, wieder schmäler werdend, nach hinten und geht in die Cauda über. Die vordere Wand fällt sehr steil in das Vorderhorn ab. Nach unten geht die graue Substanz des Kopfes des Corpus striatum in die graue Substanz der Lamina perforata anterior über. Die grösste Dicke des Corpus striatum beträgt 1 cm.

III. Nucleus lentiformis. Der Nucleus lentiformis ist im Ganzen nicht stark entwickelt, er erscheint auf Schnitten, die durch die Fornixsäulen gelegt sind, ohne scharfe Trennung vom Corpus striatum und der Substantia perforata anterior und ist von zahlreichen Bahnen markhaltiger Fasern fast in ganzer Ausdehnung durchbrochen. Auf Schnitten, die durch die Mitte der Substantia perforata anterior gelegt sind, ist der Nucleus lentiformis vom Corpus striatum durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel vollständig getrennt, Fasern scheinen von dem ersteren zu dem letzteren durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel hinüberzuziehen. Eine Scheidung des Linsenkerns in drei Glieder liess sich an unseren Präparaten nicht deutlich erkennen. Auf Schnitten, die zwischen Thalamus opticus und Corpus striatum geführt sind, beginnen Fasern aus der basalen Fläche des Linsenkerns auszutreten und gegen die Mittellinie zu verlaufen (Linsenkernschlinge). Der ganze Körper des Linsenkerns erscheint hier in senkrechter Richtung leicht gestreift. Die äussere Begrenzung des Linsenkerns bildet die äussere Kapsel. Auf Schnitten, die durch die vorderen $^2/_3$ des Linsenkerns geführt sind, scheinen Fasern aus der äusseren Kapsel in den Linsenkern nahezu in horizontaler Richtung einzutreten. Auf Schnitten, die durch die hinterste Partie des Sehhügels gelegt sind, ist der Linsenkern nicht mehr deutlich sichtbar. Die grösste Ausdehnung des Linsenkerns beträgt in der Längsrichtung nicht ganz 3 cm, in der Breite etwas über 1 cm (vergl. Taf. VIII Fig. 2—5).

IV. Corpora quadrigemina. Auf dem Medianschnitt stellen die Vierhügel ein fast ebenso mächtiges Gebilde dar, wie der Thalamus opticus. Die vorderen Vierhügel sind in den stumpfen Winkel eingefügt, den die divergirenden hinteren Kanten der beiden Thalami optici bilden (siehe Tafel VII Fig. 1 u. Fig. 2). In der Ansicht von oben stellt jeder der vorderen Vierhügel ein gleichschenkliges Dreieck dar, dessen Mediankante 1,4 cm beträgt, während die vordere und die hintere Kante, die gegen das Pulvinar zu convergiren, je 1,8 cm messen. Die beiden vorderen Vierhügel sind durch eine ziemlich tiefe Furche getrennt, die hintere mediane Ecke ist etwas abgerundet, die vordere Wand der vorderen Vierhügel fällt 0,6 cm tief ab, vor derselben erhebt sich die Epiphyse. Ein undeutlicher seichter Sulcus trennt die vorderen Vierhügel von dem Thalamus opticus. Der Zirbelstiel entspringt vor diesem Sulcus aus der Masse des Thalamus opticus. Die vorderen Vierhügelarme verschwinden unter der Masse des Pulvinar. Die hinteren Vierhügel erscheinen auf der Flächenansicht grösser als die vorderen. Während die Oberfläche der vorderen ziemlich flach ist, ist die der hinteren stärker gewölbt. Eine eigentliche Furche

zwischen den hinteren Vierhügeln besteht nicht, sondern nur eine allmähliche Einsenkung, indem die gewölbten Flächen gegen die Mittellinie etwas abfallen. Daher erscheinen die hinteren Vierhügel durch eine oberflächlich liegende Commissur mit einander verbunden. Das die beiden hinteren Vierhügel verbindende Mittelstück ist erheblich kürzer als die beiden Seitentheile und misst 0,7 cm in der Sagittallinie. Die beiden Seitentheile verdicken sich kolbenartig und erreichen ihre grösste Länge 1,1 cm von der Mittellinie entfernt; diese Breite beträgt 1,2 cm. Die gesammte transversale Ausdehnung eines jeden hinteren Vierhügels beträgt 2,2 cm. Aus dem vorderen lateralen Theil entspringt jederseits der 1,9 cm breite hintere Vierhügelarm und wendet sich nach vorn und seitwärts unter das Pulvinar. Die hintere Wand der hinteren Vierhügel ist 1,8 cm hoch und fällt steil zum Velum medullare anticum ab. Entsprechend dem tieferen Abfall der hinteren Vierhügel erscheinen dieselben höher als die vorderen. Die mittlere Höhe der vorderen Vierhügel beträgt 1 cm, die der hinteren Vierhügel 1,4 cm.

Die kleineren Anhäufungen grauer Substanz im übrigen Gehirn werden, da sie nur als untergeordnete Schaltstücke der Leitungsbahnen angesehen werden müssen, zugleich mit letzteren behandelt werden.

Leitungsbahnen.

Es erschien uns am zweckmässigsten, die Leitungsbahnen an Frontalschnitten zu studiren. Der erste, in der Höhe des Olfactoriusursprungs gelegte Schnitt zeigt besonders die Balkenstrahlung, die Fasern verlaufen in querer Richtung, zum geringen Theil nach unten, zum grösseren nach oben gewandt. Diese Faserstrahlung ist als der laterale und vordere Forceps zu betrachten (siehe Taf. VIII Fig. 2). Sie wird z. Th. durchkreuzt durch eine longitudinale, vom Stirnhirn nach hinten ziehende Faserstrahlung. Der zweite Schnitt fällt eben vor die aufsteigenden Schenkel des Fornix. Die Mittellinie wird gebildet durch den schmalen Schlitz des Ventrikels des Septum pellucidum, dessen Wandung vom Höhlengrau belegt ist. Unten verschmilzt das Corpus striatum mit der Substantia perforata antica und dem Nucleus lentiformis (Taf. VIII Fig. 3). Gruppen quergeschnittener Fasern lassen sich von dem aufsteigenden Fornixschenkel bis zur äusseren Kapsel verfolgen und entsprechen der vorderen Commissur (vielleicht handelt es sich zum Theil auch um Olfactoriusursprünge), das Claustrum ist bereits als deutlicher Streif, der dem unteren und äusseren Wandungssaum parallel und in auffallend transversaler Richtung verläuft, zu erkennen. Die Dicke des Balkens beträgt 0,7 cm an der Stelle seiner Umbiegung in das Marklager, seine obere Fläche ist deutlich mit grauer Substanz belegt. Der dritte Schnitt fällt durch den aufsteigenden Schenkel des Fornix, die Balkenstrahlung, welche deutlicher wird, ist noch entschieden nach oben gerichtet, ferner sieht man annähernd senkrecht im Schnitt die Fasern des Fornix nach oben aufsteigen und sich zum geringen Theil dem Corpus callosum zugesellen, zum grösseren quer abgeschnitten endigen. Unter dem Balken ist bereits das Vorderhorn sichtbar in einer Ausdehnung von 1,8 cm. Die Fasern des Fornix enden unten gleichfalls abgeschnitten, biegen also aus der senkrechten Richtung ab. Die Seitenwand des Vorderhorns wird vom Corpus striatum gebildet, welches fast in seiner ganzen Ausdehnung, namentlich am unteren und äusseren Rand, von quergeschnittenen, schräg verlaufenden Fasern wie gesprenkelt und gestreift aussieht. Eine scharfe Grenze zwischen Corpus striatum und Nucleus lentiformis ist auch hier schwer zu ziehen; beide gehen ausserdem ziemlich diffus in die Substantia perforata antica über. Der vierte Schnitt liegt unmittelbar hinter den aufsteigenden Fornixschenkeln, die Vormauer hat jetzt so ziemlich einen senkrechten Verlauf. Die Fasern der äusseren Kapsel biegen in einem nach oben offenen Bogen gegen die Mittellinie um und enden quer abgeschnitten. Eine grössere quergeschnittene Fasermasse liegt zwischen dem Höhlengrau des dritten Ventrikels und der Substantia perforata an-

tica. Das Wesentlichste auf dem folgenden Schnitt ist, dass der Nucleus lentiformis und das Corpus striatum bereits fast vollständig von einander getrennt sind (siehe Taf. VIII Fig. 4), unten verschmilzt der Nucleus lentiformis noch mit der Substantia perforata antica [1]). Das Foramen Monroi hebt sich deutlich ab, breite Bänder längsgetroffener Fasern ziehen durch den Linsenkern anscheinend aus der äusseren Kapsel in den vorderen Schenkel der inneren Kapsel. Thatsächlich handelt es sich um Fasern, welche namentlich von oben in den Linsenkern eindringen. Zum Theil breiten diese Fasern sich inselförmig nach oben gegen die Medianlinie aus, zum Theil erscheinen sie quer abgeschnitten. Der laterale Theil des vorderen Schenkels der inneren Kapsel bezieht seine Fasern aus einem noch etwa 1 cm weit verfolgbaren, schräg von oben und seitwärts herabsteigenden Faserbündel. Seitlich vom Höhlengrau liegt eine rundliche Masse, die den vorderen Kern des Thalamus opticus vorstellt. Der Unterstiel des Sehhügels beginnt ebenfalls sichtbar zu werden und zeigt sich als feine Streifung in dem unteren Theil des Thalamus opticus. In einer Breite von 0,8 cm entspringt die Commissura mollis sive media von der medianen Fläche des Thalamus opticus. Ein sechster Schnitt (Taf. VIII Fig. 5) zeigt zwischen Thalamus opticus und Corpus striatum einen Streifen weisser Substanz (Stria cornea), der seine Fasern aus dem hintersten Theile des vorderen Schenkels der inneren Kapsel bezieht. Im Thalamus opticus lässt sich eine oberflächlichere graue Masse von etwa 0,3 cm Dicke unterscheiden und eine tiefere, die die Gestalt eines schräg gestellten Ovals hat; die Fasern zwischen der oberflächlichen und der tiefen grauen Masse scheinen aus dem Knie der inneren Kapsel zu stammen. Unter dem Thalamus opticus formirt sich bereits die Regio subthalamica. Auf dem siebenten Schnitte sehen wir zunächst, dass der Thalamus opticus sich 2,2 cm tief erstreckt. Vom Corpus striatum ist nur noch eine dünne graue Masse sichtbar. Der Seitenventrikel erhebt sich ziemlich steil nach oben, die Fasern des oberen Sehhügelstiels treten deutlich unter dem Corpus striatum in vielfach durchflochtenen Bündeln am äusseren Pol des Sehhügels ein. Der äussere Theil des Sehhügels lässt deutlich die Streifen der Laminae medullares erkennen. In der Regio subthalamica lässt sich undeutlich eine graue Masse unterscheiden, die wohl dem Luys'schen Körper entspricht. Der nächste, der achte Schnitt, ist unmittelbar am hinteren Rande des Sehhügels durch den Zirbelstiel geführt. Deutlich tritt hier in der Regio subthalamica die graue Masse des rothen Kerns hervor, und unmittelbar unter dem Boden des Ventrikels ist der Oculomotorius-Kern sichtbar. Die nun folgenden Schnitte sind sämmtlich etwas schief geführt, senkrecht zu der Faserrichtung, und zwar der nächste mitten durch den vorderen Vierhügel. Hier treten die Fasern des Oculomotorius deutlich aus dem Kern hervor und treten in steilem Verlauf zum Theil durch den rothen Kern hindurch an die Basis. Zwischen Haube und den relativ schmächtigen Fuss schmiegt sich die Substantia nigra. Die halbmondförmige absteigende Quintuswurzel hebt sich aus den um den Aquaeduct gelagerten grauen Massen hervor. Der zehnte Schnitt ist zwischen den Vierhügeln geführt. Der ovale Kern des hinteren Vierhügels ist von besonderer Grösse. Der längste Durchmesser desselben beträgt 1,8 cm. Der Aquaeduct hat die Gestalt eines langen, senkrechten Schlitzes. Der Markmantel des Vierhügels ist 0,5 cm breit. Im Dach des Aquaeductus vollzieht sich die Vierhügelkreuzung. Der rothe Kern ist von massenhaften weissen Fasern durchsetzt. Die grösste Dicke des Fusses beträgt 0,6 cm. Der elfte Schnitt ist mitten durch den hinteren Vierhügel gelegt. Der Querschnitt des hinteren Vierhügelkerns übertrifft an Grösse Haube sammt Fuss. Der Halbmond der absteigenden Quintuswurzel ist sehr deutlich sichtbar. An die Stelle des rothen Kerns ist die Streifung des Bindearms getreten. Zahlreiche Fasern ziehen herunter von dem Vierhügel gegen die Raphe (Vierhügelschleife). Der zwölfte Schnitt geht durch das hintere Drittel des hinteren Vierhügels. Man sieht zum ersten Male das hintere Längsbündel sich deutlich abheben. Dann folgt ein Schnitt an der hinteren Grenze des

1) Und weiterhin mit der Mandel.

hinteren Vierhügels. Am lateralen Rand des Schnittes hat sich der hintere Kniehöcker eingeschoben. Die Streifung des Bindearms ist nach wie vor sehr deutlich, aber etwas nach oben und seitwärts gerückt.

Die nun folgenden zur Beschreibung kommenden Schnitte vom oberen Rande der Brücke gehören einer Schnittserie an, die bis zum Rückenmark gelegt wurde. Zur Färbung diente fast ausnahmslos Nigrosin. Der erste Schnitt liegt ventral eben oberhalb des Pons, dorsal fällt er durchs Velum medullare anticum. Im Velum medullare anticum sieht man nur sich kreuzende, zum Theil auch quer durchschnittene Nervenfasern. Vorzugsweise handelt es sich hierbei um Trochlearis-Fasern. Dieselben liegen streckenweise auch lateralwärts dem Aquaeduct zunächst an. Etwas weiter lateralwärts von demselben liegt ein quergeschnittenes Bündel von Fasern, das in seiner Gesammtheit etwa annähernd ein dreieckiges bis halbmondförmiges Feld bildet und ziemlich spärlich eingestreute Ganglienzellen enthält. Es ist dies die absteigende Quintuswurzel. Der Boden des Ventrikels wird von grauer Substanz in sehr dicker Lage gebildet, die seitwärts bis fast an das beschriebene Bündel heranreicht und grosse, multipolare Ganglienzellen enthält. Am zahlreichsten sind diese dem Trochleariskern zuzuzählenden Ganglienzellen in den mehr dorsalen Partien. Die Haubensubstanz unter dem Höhlengrau ist deutlich reticulirt, die quergeschnittenen Fasern des hinteren Längsbündels heben sich durch ihr abweichendes Kaliber deutlich in den obersten Maschen des Netzes ab. Seitwärts wird die reticulirte Substanz im dorsalen Theil begrenzt von einem grossen, annähernd halbmondförmigen Feld, welches durch Transversalfasern deutlich in Unterabtheilungen zerfällt, die Spitze des Feldes ragt fast bis an den Ventrikelboden. Ventral- und medialwärts ziehen aus demselben schräg zur Mittellinie zahlreiche Faserbündel herab, in die spärliche, aber grosse Ganglienzellen eingelagert sind. Lateral von diesem Feld, dem Bindearm, liegt ein mächtiges ovales Feld markhaltiger Nervenfasern von stärkstem Kaliber[1]) (Trigeminusfasern). Zwischen dem Bindearm und dem hinteren Längsbündel liegt in auffallender Mächtigkeit die Masse der aus der hinteren Commissur stammenden Fasern. Die mediale Schleife ist schwach entwickelt. Die Substantia nigra erlangt ihre grösste Breite erst auf den nächstfolgenden Schnitten. Die Substantia nigra ist ventralwärts begrenzt von den Bündeln des Fusses, zu welchen seitwärts spärliche Brückenfasern zutreten. Der nächste Schnitt trifft bereits den zutretenden Brückenarm, der Fuss erstreckt sich als schmaler, seitwärts sich etwas verdickender Streifen zwischen Brückenarm und Substantia nigra. Die letztere ist gegen die Medianlinie zu sehr schwach entwickelt und ungemein reich an multipolaren Ganglienzellen. Das halbmondförmige Feld des Bindearms ist grösser geworden und etwas mehr nach unten gerückt. Auf dem dritten Schnitt ist die Brücke erheblich mächtiger, aus der Schleife treten deutlich Bündel zum Fuss über, der letztere ist von der Mittellinie erheblich abgedrängt. Der Bindearm liegt noch unverändert. Das Höhlengrau in den Seitenpartien hat an Mächtigkeit sehr verloren. Die laterale Schleife zerfällt durch eine von der Substantia nigra aufsteigende graue Masse in zwei deutlich getrennte Theile. Zwischen der medialen Schleife, dem Trigeminusquerschnitt und dem Bindearm erstrecken sich mächtige Massen grauer Substanz. In den ventralen Theilen der Raphe grenzt sich ein dreieckiges Feld ab, das aus kleinen Bündeln quergetroffener Fasern mit zahlreichen eingestreuten Ganglienzellen besteht. Die folgenden Schnitte zeigen, wie zahlreiche Fasern

---

1) Spitzka: The intraaxial course of the auditory tract (New York Med. Journ. Sept. 18th 1886), sieht in diesem Felde die Fortsetzung des Acusticus. Spitzka hat das Verdienst, die Wichtigkeit des Walgehirns mit seinem mächtigen Acusticus für die Ermittelung der centralen Hörbahn zuerst hervorgehoben zu haben. In der erwähnten Deutung müssen wir ihm jedoch widersprechen. Das in Rede stehende ovale Feld reicht nur bis zum Trigeminus-Ursprung, caudalwärts reducirt es sich dann auf den Halbmond der sog. aufsteigenden Trigeminus-Wurzel. Das ovale Feld ist also die centrale Trigeminus-Bahn. Lateral von demselben liegt ein etwas reticulirtes, gleichfalls mächtiges Feld, welches vom hinteren Vierhügel herabsteigt und weiterhin sich als Acusticus-Bahn erweisen wird.

aus der Vierhügelschleife zur Mittellinie ziehen und sich dort zu kreuzen scheinen. Die Zahl der im Pons enthaltenen Ganglienzellen nimmt rasch zu. Die Ponsfasern kreuzen in ihrer Mehrzahl deutlich die Mittellinie, nach der anderen Seite hinüberziehend. In einem darauf folgenden Schnitte hebt sich in dem Höhlengrau eine Ansammlung kleiner Ganglienzellen hervor, welche dorsal vom hinteren Längsbündel liegt; zahlreiche Balken grauer Substanz ziehen aus dem Höhlengrau ventralwärts. In der Formatio reticularis sind in mittlerer Höhe nahe der Medianlinie eine mässige Zahl grosser Ganglienzellen in kleinen Gruppen eingestreut. Die Substantia nigra ist als schmaler Streif noch immer sichtbar. Die Raphe selbst ist sehr wenig deutlich. Es ist auffällig, dass die tiefen Schichten der Ponsfasern so wenig entwickelt sind. Die graue Masse dorsal von der Schleife, welche dem Trigeminusfeld medial und ventral anliegt, erreicht im nächsten Schnitte ihre grösste Mächtigkeit, ihre Ausläufer drängen sich zahlreich zwischen die Schleifenfasern und in die Formatio reticularis. Die Zahl der Fussfasern nimmt erheblich ab. Das Höhlengrau enthält viele, aber sehr kleine Ganglienzellen; in den medial vom Trigeminus-Querfeld gelegenen Theilen liegen dichtgedrängte zahlreiche ausserordentlich grosse Ganglienzellen, deren Zug sich herab bis zur Substantia nigra verfolgen lässt. Die Fasern des Bindearms heben sich noch immer als schräggeschnittene Bündel deutlich von der Formatio reticularis ab. Der nächste Schnitt zeigt den Fuss ganz von Brückenfasern durchsetzt, die transversalen Fasern überwiegen weitaus die quergeschnittenen. Die mediale Haubenkreuzung dauert fort (Forel'sche Kreuzung). Der ovale Faserquerschnitt des Trigeminus hat jetzt eine mehr horizontale Lage eingenommen.

Fig. 6 (Taf. VIII) stellt einen durch die Ebene des Trigeminus-Austrittes gelegten Schnitt dar. Die motorische (kleinere, medialere) und die sensible (grössere, laterale und hintere) Quintuswurzel fallen sofort auf. Die letztere bezieht ihre Fasern grösstentheils direct aus dem ovalen Feld, welches bereits genau verfolgt worden ist. Dasselbe erschöpft sich jetzt sehr rasch. Zahlreiche Ganglienzellenhaufen liegen demselben namentlich lateralwärts noch an, ebenso dorsalwärts. Wir fassen dieselben als den grossen mittleren Trigeminus-Kern zusammen. Medialwärts ist der motorische Quintus-Kern sichtbar, medialwärts von diesem eine graue Masse, deren dorsales Ende ein sehr characteristischer rundlicher Ganglienzellenhaufen bildet, dem zahlreiche Fasern entspringen; sie umkreisen ihn dann dorsalwärts und ziehen annähernd senkrecht zum Fuss hinunter. Es handelt sich hier offenbar um die proximalsten Anfänge des Abducens-Kernes. Schwerer ist die Deutung des vom Abducens-Kern ventralwärts und des von ihm medialwärts gelegenen Kernes. Der erstere ist wohl als obere Olive, der letztere vielleicht als ein abgesprengtes Stück derselben anzusehen. Die parallel den Abducens-Fasern und medial von denselben absteigenden Fasern gehören z. Th. der hinteren Commissur an. Die colossale Mächtigkeit des Brückenarms springt sofort in die Augen. Lateralwärts vom Trigeminus-Austritt sind seine Fasern im Schiefschnitt getroffen. Dementsprechend ist auch die Reduction der Fasermasse des Fusses eine sehr ausgiebige. Spitzka scheint dieselbe sogar für eine absolute zu halten, indem er den Cetaceen eine Pyramidenbahn völlig abspricht. Wir werden sehen, dass dies nicht richtig ist. Jedenfalls aber ist die Reduction noch erheblicher als z. B. bei den Nagern oder gar dem Hund, von welchen wir Schnittserien zum Vergleich heranzogen[1]). — Der Bindearm als zusammenhängende Fasermasse ist auf unserem Schnitt, der allerdings dorsal nicht ganz vollständig ist, nicht mehr zu unterscheiden. Dorsomedialwärts vom Brückenarm liegt das reticulirte Feld der Hörbahn. Der diesem letzteren anliegende Ganglienzellenhaufen hat mit den Acusticus-Fasern nichts zu thun, sondern gibt Trigeminus-Fasern den Ursprung. Er entspricht einem Quintus-Kern mit vorherrschend ungekreuzter Verbindung

1) Vgl. Stieda, Ztschr. f. wissenschaftl. Zoologie 1869 u. 1870; v. Lenhossek, Arch. f. microscop. Anat. XXIII; Spitzka, Journ. of comparative medecine and surgery 1886.

zur Wurzel. Einige Quintus-Fasern scheinen der Hörbahn sich zuzugesellen; thatsächlich handelt es sich hier wohl um einen Kleinhirn-Ursprung des Quintus[1]). Im ventralen Theil hebt sich das Stratum profundum der Brücke sehr deutlich ab. Ueber demselben ist das Feld der Schleife nicht scharf gegen die Vorderstrangsgrundbündel und gegen die Trigeminus-Bahn abgegrenzt[2]).

Fig. 7 (Taf. IX) fällt bereits in das Ursprungsgebiet des Facialis. Der im Stamm verbleibende Theil der Fussbahn hat sich bereits zu einem geschlossenen, von grauen Massen nicht mehr durchsetzten Feld zusammengezogen. Stratum superficiale und profundum des Pons erscheinen bereits viel schmäler. Das Trigeminus-Feld ist auf die aufsteigende Wurzel reducirt. Zwischen Acusticus-Feld und aufsteigender Trigeminus-Wurzel einerseits und dem lateralen Schiefschnitt des Brückenarmes andererseits drängt sich der Querschnitt des Corpus restiforme ein. Die ventralwärts zur Raphe absteigenden Abducens-Fasern haben an Zahl noch erheblich zugenommen. Aus dem Corpus restiforme ziehen bereits zahlreiche Faserbündel vor der aufsteigenden Quintus-Wurzel zur Medianlinie. Auf manchen Schnitten lassen sich diese Fasern schwer von den distalsten Fasern des Stratum profundum des Brückenarms trennen. Es handelt sich um die proximalsten Anfänge des Corpus trapezoides. Die Faserbündel, welche oben im halben Längsschnitt getroffen erscheinen, gehören dem Facialis an. Die zur Raphe absteigenden Fasern haben an Mächtigkeit bedeutend zugenommen.

Fig. 8 stellt nur einen Theil der einen Oblongata-Hälfte dar. Die Formatio reticularis alba ist — wie auch auf den folgenden Schnitten und z. Th. auch auf den vorhergehenden, da sie ziemlich unverändert bleibt — weggelassen worden. Desgleichen fehlen die lateralsten Theile des Stammes. Die aufsteigende Quintus-Wurzel mit ihrer halbkreisförmigen Aussencontour liegt ventraler. Medialwärts von derselben fallen zwei Ganglienzellenhaufen auf. Der grössere und zusammengesetztere liegt mehr ventral. Aus demselben ziehen — namentlich auch auf den unmittelbar vorhergehenden Schnitten unserer Serie — grosse Fasermassen zu einem quergestellten ovalen Feld am Ventrikelboden nahe der Raphe. Die graue Masse ist der Facialis-Kern, und zwar der sog. vordere und untere Facialis-Kern, das querovale Feld, das sog. Facialis-Knie, aus welchem die im vorigen Schnitt dargestellte Facialis-Wurzel stammt. — Der dorsalere der beiden medialwärts von der aufsteigenden Trigeminus-Wurzel gelegene Kerne entspricht seiner Lage nach wohl dem motorischen Quintus-Kern: es dürfte sich jedenfalls um einen Quintus-Kern handeln, da in unverkennbarer Deutlichkeit Fasern aus dem Kern der Quintus-Wurzel zuziehen. — Das Corpus trapezoides ist bereits sehr mächtig. Der Abducens-Kern liegt auffallend weit ventral. Von der Oliva superior finden sich noch Reste. Die Spitze der Oliva inferior ist bereits zu erkennen. Die Pyramide liegt frei an der Oberfläche. Sie empfängt noch einzelne Fasern aus der Raphe. Lateralwärts von der Pyramidenbahn wird der freie Rand vom Corpus trapezoides gebildet; die Fasern desselben überschreiten, vom Corpus restiforme kommend, grösstentheils die Mittellinie und ziehen zur contralateralen Oliva superior. Die Trapez-Fasern trennen die aufsteigende Trigeminus-Wurzel vom Strickkörper und bilden vorzugsweise die innere Abtheilung des letzteren. Das Acusticus-Feld ist jetzt besser zu überschauen. Dasselbe gibt medialwärts Transversal-Fasern ab. Der medial von ihm gelegene Kern ist der sog. äussere Acusticus-Kern; doch lassen sich Fasern, welche aus demselben der Hörbahn sich zugesellten, nicht sicher nachweisen. Zwischen dem sog. Acusticus-Kern und dem Facialis-Knie liegt ein characteristisch gestaltetes Faserfeld, welches der Bündelformation des äusseren Acusticus-Kerns entspricht.

---

1) Bechterew leugnet einen solchen mit Unrecht.

2) Zu diesen wie zu folgenden Abbildungen microscopischer Schnitte durch den Stamm des Walgehirns bemerken wir, dass dieselben in keiner Weise schematisirt sind (ausser Fig. 16 Taf. X), sondern die getreue Wiedergabe eines ganz bestimmten Schnittes unserer Serie darstellen.

In Fig. 9a u. 9b ist der Austritt des N. acusticus getroffen, und zwar ein Theil der Fasern auch im Querschnitt und mit den letzten Brückenfasen untermengt. Der vordere Acusticus-Kern ist eben sichtbar. Die Acusticus-Fasern begeben sich theils direct in das Hauptfeld des Acusticus, dem jetzt namentlich im dorsalen Theil zahlreiche grosse Ganglienzellen eingestreut sind, theils ziehen sie dorsalwärts über dasselbe weg und gelangen zur sog. Bündelformation des äusseren Acusticus-Kerns. Das Corpus restiforme sitzt der Trigeminus-Wurzel haubenartig auf. Die zwischen Corpus restiforme und Trigeminus-Wurzel verlaufenden Fasern gehören z. Th. dem Corpus trapezoides noch an, z. Th. sind es Acusticus-Fasern, die nachträglich noch lateralwärts zur Acusticus-Wurzel umbiegen (Portio intermedia?). Was zwischen Trigeminus-Wurzel und Facialis-Kern den freien Basalrand erreicht, sind austretende Facialis-Fasern. Sehr deutlich zeigen sich die vom Facialis-Kern dem Facialis-Knie zuziehenden Fasern. Die grauen Massen zwischen Facialis-Kern und Oliva inferior sind wohl noch der Oliva superior zuzurechnen. Der eigenthümliche Quintus-Kern, den wir oben erwähnten, zeigt auf Schnitten, die zwischen diesem und dem vorhergehenden gelegt sind, sehr deutliche Verbindungen mit dem Corpus restiforme.

Auf Fig. 10 zeigt sich die innere Acusticus-Wurzel besonders stark entwickelt. Das Corpus restiforme ist stark ventralwärts gerückt. Die Trigeminus-Wurzel bildet einen fast ovalen Querschnitt. Was ventral von ihr liegt, ist directe Kleinhirnseitenstrangsbahn und z. Th. Schleife. Der Facialis-Kern ist noch immer sehr mächtig und scheinbar in 3 Etagen geordnet. Die Fasern des Corpus rhomboideum haben stark abgenommen. Aussen ist das Corpus restiforme von der äusseren Acusticus-Wurzel umsäumt. Aus dem Acusticus-Feld ziehen innere Bogenfasern in mässiger Zahl dorsalwärts von der Trigeminus-Wurzel zur Haube. Von der tiefliegenden Acusticus-Wurzel gesellen sich zahlreiche Bündel auch dem Strickkörper zu.

Auf Fig. 11 ist die tiefliegende Acusticus-Wurzel noch immer sehr mächtig, die oberflächliche steht in deutlicher Verbindung mit einem dreieckigen grauen Feld am lateralen Boden des Ventrikels, welches zahlreiche ziemlich kleine Ganglienzellen enthält und dem inneren Acusticus-Kern entspricht. Der ventralen Spitze des Dreiecks kommt übrigens bereits eine andere Bedeutung zu: hier liegen dichtere Zellenhaufen, die proximalsten Anfänge des hinteren oder dorsalen Vagus-Glossopharyngeus-Kerns. Lateroventral von demselben liegt ein quergeschnittenes, in characteristischer Weise in parallele elliptische Felder zerfallendes Faserbündel, welches als »gemeinschaftliche aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems« (Wernicke) zu bezeichnen ist. Fibrae arcuatae internae ziehen vor diesem Bündel vorüber. Aus demselben ziehen Fasern über den dorsalen Rand der Trigeminus-Wurzel, z. Th. auch mitten durch letztere lateralwärts: es sind dies die Wurzelfasern des Glossopharyngeus. Ein anderes mächtigeres Faserbündel entspringt aus dem hinteren Vagus-Glossopharyngeus-Kern und zieht medialwärts von der Trigeminus-Wurzel zur Basis: es sind die proximalsten Vagus-Fasern. Diesen Wurzelfasern liegt vorn auf der medialen Seite ein Ganglienzellenhaufen an, dessen Gestalt und Zellenmenge sehr wechselt, der sog. vordere oder ventrale Vagus-Glossopharyngeus-Kern. Am äusseren Rand der Trigeminus-Wurzel fallen jetzt 7—8 Lamellen grauer Substanz auf, welche bis in das Innere des Wurzelquerschnittes hineinragen. Am medialen Rande des Schnittes sind Oliva inferior und Oliva accessoria superior eben noch sichtbar. Aus dem Strickkörper ziehen zahlreiche Bogenfasern dorsal über die Pyramidenbahn hinweg zur gekreuzten Olive.

Auf Fig. 12 ist das Acusticus-Feld bereits erheblich kleiner. Das Corpus restiforme bildet als ziemlich schmale Sichel den lateralen Rand des Schnittes. Zwischen Acusticus-Feld und Strickkörper schiebt sich die Anlage des Hinterstrangs ein. Die grauen Massen im Hilus des Strickkörpers sind als Kern desselben zu bezeichnen. Auch in die Hinterstrangsanlage sind zahlreiche graue Massen eingelagert. Der hintere Vagus-Kern liegt jetzt etwas dorsal. Die graue Substanz am Boden des Ventrikels zeigt jetzt

2 basale Anschwellungen: die lateralere ist die schon geschilderte des hinteren Vagus-Kerns und entspricht bekanntlich dem Seitenhorn. Eine medialere ist auf unserem Schnitt nicht mehr sichtbar und enthält bereits die Anfänge des Hypoglossus-Kerns: sie entspricht dem Vorderhorn. In der Nische zwischen beiden findet sich ein zweiter Ganglienzellenhaufen, welcher ebenfalls Hypoglossus-Fasern den Ursprung gibt. Wir bezeichnen ihn als laterale Abtheilung des Hypoglossus-Kerns. Am lateralen Rand der Olive sieht man bereits austretende Hypoglossus-Fasern. An der Olive ist das Fehlen fast jeder Fältelung bemerkenswerth: ihr Hilus ist in diesen Ebenen medial- und dorsalwärts offen. Sie reicht sehr nahe bis zur Mittellinie. Dementsprechend ist auch das Lagerungsverhältniss zur Pyramidenbahn und zum Hypoglossus-Austritt verschoben. Der Hypoglossus-Austritt liegt im Wesentlichen lateral von der Olive und die Pyramidenbahn nicht medial, sondern ventral von ihr. Die Ursache dieser ganzen Verschiebung ist offenbar die extreme Reduction der Olivenzwischenschicht, welche ihrerseits der Geringfügigkeit der medialen Schleife einerseits und der Goll'schen Stränge andrerseits entspricht. Die letzten Reste der Glossopharyngeus-Wurzel sind noch an ihrer Austrittsstelle sichtbar. Die Trigeminus-Wurzel hat durch zahlreiche Einlagerung grauer Massen eine etwas unregelmässige Gestalt angenommen. Doch sind ihre Grenzen bei der eigenthümlichen Farbennüance, welche ihr zukommt, stets leicht zu bestimmen. Die Umformung ihrer grauen Massen hat etwas ungemein Typisches, indem eine zweite Serie durch die Oblongata eines anderen *Hyperoodon*-Gehirnes photographisch ähnliche Bilder lieferte. Das Balkenwerk im seitlichen motorischen Feld ist jetzt ausserordentlich mächtig geworden.

Im folgenden Schnitt (Fig. 13) hat die Hypoglossus-Wurzel sich lateralwärts noch etwas von der grossen Olive entfernt, sie liegt nunmehr der oberen Nebenolive lateral an und durchbricht dieselbe auch zum Theil, jedoch ohne mit ihren zelligen Elementen in Verbindung zu treten. Unmittelbar nach dem Eintritt in die Oblongata sind übrigens die Hypoglossus-Massen noch in eine weitere graue Masse eingebettet, welche mit einem lateralwärts vom Hypoglossus gelegenen Kern, wie Zwischenschnitte ergeben, in directer Verbindung steht. Es handelt sich um den Nucleus lateralis ant. et post. Der vordere Vagus-Glossopharyngeus-Kern (Nucleus ambiguus) zerfällt vorübergehend in zwei getrennte Haufen. Der hintere Vagus-Glossopharyngeus-Kern ist etwas weiter lateralwärts verschoben. In den Nucleus lateralis scheinen auch vereinzelte Fibrae arcuatae überzutreten. Die Ganglienzellen lateral vom hinteren Vagus-Kern und der aufsteigenden gemischten Wurzel stellen wohl Reste des inneren Acusticus-Kerns dar. Die Bündelformation des äusseren Acusticus-Kerns ist stark reducirt.

Fig. 14 entspricht etwa der grössten Mächtigkeit der Hypoglossus-Wurzel. In die Raphe ist eine Zellenmasse eingebettet. Die Olive gehört ganz der Formatio reticularis alba, also dem mittleren motorischen Feld an. Der laterale Schweif der oberen (oder äusseren) Nebenolive berührt die Hypoglossus-Fasern eben. Mitten in der Formatio alba liegt der sehr unregelmässig gestaltete Nucleus centralis inferior. Das hintere Längsbündel ist mit Sicherheit nicht mehr abzugrenzen. Die grosse Olive bildet eine einheitliche gewaltige Masse, welche von transversal verlaufenden Fibrae arcuatae durchbrochen wird. Die Schleife ist ausserordentlich schmal. Die Fibrae arcuatae umkreisen die Pyramidenbahn nicht, die äussersten verlaufen zwischen Pyramidenbahn und Schleife. Dem Austritt des Hypoglossus liegt eine graue Masse an, welche mit den von Gaskell, Thomsen u. a. aufgefundenen degenerirten Austrittsganglien motorischer Nerven Aehnlichkeit hat. Der Hypoglossus-Kern lässt auf manchen Schnitten deutlich bis zu 4 Abtheilungen erkennen. Auf unserem Schnitt sind zwei erkennbar. Der kleinzellige Kern über der lateralen Abtheilung entspricht jedoch vielleicht auch einem Hypoglossus-Kern, dem sog. kleinzelligen Hypoglossus-Kern des Menschen. Der hintere Vagus-Kern liegt jetzt erheblich medialer. Die Formatio grisea hat sich sonst wenig verändert.

Die der aufsteigenden gemischten Wurzel lateral anliegende Zellenmasse scheint der ersteren Fasern abzugeben. Theile des inneren Acusticus-Kerns sind noch immer vorhanden.

In den nächst tieferen Schnittebenen beginnt die Schleifen- und Pyramidenkreuzung mit zahlreichen, ziemlich senkrecht in der Raphe aufsteigenden Fasern. Beide Decussationen sind wenig mächtig. Eine wohl characterisirte vordere Nebenolive war aufzufinden (Pyramidenkern)[1]), desgleichen Nuclei arcuati (fälschlich kleiner Pyramidenkern STILLING's). Die graue Masse des Hypoglossus-Kerns schwillt zu einem mächtigen Vorderhorn an. Unmittelbar neben der Raphe unter dem Ventrikelboden liegen die sog. Nuclei funiculi teretes. Die Trigeminus-Wurzel bedingt einen starken Vorsprung im lateralen Contour der Oblongata (Tuberculum Rolandi). Sehr deutlich lässt sich die Bildung einer directen Kleinhirn-Seitenstrangsbahn aus den Fibrae arcuatae externae verfolgen. Der Nucleus ambiguus (s. lateralis medius) lichtet sich stark. Im ganzen Verlauf der austretenden Vagus-Fasern finden sich kleine spindelförmige Ganglienzellen eingestreut. Besonders in diesen Ebenen lassen sich mit grösster Deutlichkeit Fasern verfolgen, welche vom Nucleus aufsteigen, dorsalwärts einen Bogen beschreiben und dann umwenden und den austretenden Vagus-Fasern sich beigesellen. Die grauen Massen seitlich und ventral von der aufsteigenden gemischten Wurzel schliessen sich dichter um diese zusammen und bilden zusammen mit dem dorsalen Vagus-Kern ein wohl characterisirtes Seitenhorn, in welches die aufsteigende Vagus-Glossopharyngeus-Wurzel noch immer eingebettet ist. Dorsomedialwärts von der letzteren taucht für kurze Zeit ein weiteres kleines Markfeld unklarer Bedeutung auf. Der hintere Vagus-Glossopharyngeus-Kern ist ganz an die Basis des Seitenhorns und stark medialwärts gedrängt. Die Formation der Hinterstränge überragt seitlich den Ventrikelboden und bekleidet sich an der medialen Fläche mit grauer Substanz. Ganglienzellen finden sich nur spärlich. Der Raum zwischen der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Quintus-Wurzel und dem Seiten- resp. Hinterhorn verschmälert sich fortgesetzt. Fibrae arcuatae internae und externae nehmen an Zahl langsam ab. Die kreuzenden Pyramidenfasern und Schleifenfasern sind z. Th. schwer gegeneinander abzugrenzen. Die ersteren streichen z. Th. in grösserer Entfernung vom dorsalen Ende der Raphe quer durch die mächtige Vorderstrangsformation und ziehen durch das Vorderhorn in den Seitenstrang. Den Uebergang von Pyramidenfasern in die Hinterstränge konnten wir nicht beobachten, auch ist der in den Vordersträngen verbleibende Antheil der Pyramidenbahn jedenfalls klein. Die distalsten Anfänge der Olive liegen mitten in den austretenden Hypoglossus-Fasern. In noch tieferen Schnittebenen ändert sich namentlich das Aussehen des Hinterstrangs. Seine graue Masse zerfällt deutlich in einen medialen Nucleus funiculi gracilis und einen lateralen Nucleus funiculi cuneati; der erstere ist schwach ausgebildet.

Auf Fig. 15 ist die Formation des Rückenmarks nahezu vollendet. Die Kleinheit der Hinterstränge fällt auf. Die aufsteigende Trigeminus-Wurzel ist nahezu erschöpft. Aus dem Vorderhorn entspringt bereits die erste vordere Cervicalwurzel. Die distalsten Anfänge des Hypoglossus-Kerns sind noch zu erkennen. An der Peripherie des Seitenstrangs liegen zerstreute graue Massen. Der geknickte Verlauf der meisten vorderen Wurzelfasern ist bemerkenswerth.

Der Accessorius-Austritt findet im Wesentlichen wie beim Hunde statt. Die Commissura alba ist auf manchen Schnitten schwer gegen die Pyramidenkreuzung abzutrennen. Sie hat wie diese eine geringe Mächtigkeit.

---

1) Vgl. jedoch hierzu unsere Bemerkungen bei Besprechung des Faserverlaufs des *Beluga*-Gehirns.

Für die vergleichende Anatomie des Faserverlaufs und sogar für den Faserverlauf des Primaten-Gehirns ergeben sich aus den vorausgegangenen Studien eine Reihe werthvoller Thatsachen. Das Walgehirn bietet nämlich zur Erkennung des centralen Verlaufs des N. trigeminus und N. acusticus den ausserordentlichen Vortheil, dass die übrigen das Bild verwirrenden sensiblen Bahnen, also namentlich die der Hinterstränge, so sehr wenig entwickelt sind. So ist es uns möglich geworden, die Acusticus-Bahn und Trigeminus-Bahn mit grosser Sicherheit zu verfolgen. Gerade bezüglich des Verlaufes der ersteren divergiren die Ansichten noch ausserordentlich. Man vergleiche nur die neueren Arbeiten von Onufrowicz [1]), Bechterew [2]), Baginsky [3]), Flechsig [4]), v. Monakow [5]), Forel [6]), Edinger [7]), Freud [8]). Unsere Untersuchung ergibt, dass entgegen der älteren Meynert'schen Anschauung der grösste Theil der Acusticus-Fasern nicht den Umweg über das Kleinhirn einschlägt, sondern im Stamm weiterzieht. Sicheren Beweis für einen Zusammenhang mit dem sog. äusseren und inneren Acusticus-Kern konnten wir nicht finden. Der Zusammenhang mit dem ersteren ist übrigens bereits von Deiters, v. Monakow und Onufrowicz bezweifelt worden. Der Nucl. anterior scheint einen Theil der Acusticus-Fasern zu unterbrechen. Seine Auffassung als Spinalganglion (Burdach, Stilling, Schröder van der Kolk, Huguenin, Schwalbe) erscheint sehr zweifelhaft. Was von Acusticus-Fasern zum Kleinhirn zieht, gehört der medialen oder vorderen, also der jetzt meist als vestibular bezeichneten Acusticus-Wurzel an. Sehr sprechen unsere Präparate gegen den jetzt gewöhnlich angenommenen umfänglichen Zusammenhang der cochlearen äusseren Wurzel mit der oberen Olive. Ein solcher besteht nur in geringem Umfang. Die Hauptmasse der Hörfasern erleidet bis zu ihrem Eintritt in das Corp. geniculatum internum eine weitere Unterbrechung durch Ganglienzellen nicht. Den Zusammenhang mit den mächtigen hinteren Vierhügeln können wir bestätigen. Das Corpus trapezoides enthält namentlich solche Acusticus-Fasern, welche über die Mittellinie kreuzen. In den Ebenen der hinteren Vierhügel nimmt der Acusticus ganz das Feld der hinteren Vierhügelschleife ein.

Die Verfolgung des centralen Verlaufes des Trigeminus ist bei Primaten, Carnivoren und Rodentien kaum bis über die Kerne hinaus gelungen. Wir konnten bei *Hyperoodon* wenigstens bis zur Vierhügelgegend ein geschlossenes Trigeminus-Feld lateral und ventral vom Bindearm verfolgen. Centralwärts geht die Hauptmasse wahrscheinlich in den Thalamus opticus resp. die Regio subthalamica über. Die absteigende Trigeminus-Wurzel möchten wir mit Bechterew zur Portio major rechnen.

Von anderen Eigenthümlichkeiten des Faserverlaufses bei *Hyperoodon* — und unsere Untersuchungen an *Beluga* ergeben Aehnliches — heben wir hervor:

1) Die Pyramidenbahn ist deutlich vorhanden, jedoch wenig mächtig; sie macht kaum $^1/_{30}$ des Gesammtquerschnittes des Stammes aus. Weitaus ihr grösster Theil gelangt in die contralateralen Seitenstränge des Rückenmarks.

2) Vorderstrangsgrundbündel und Seitenstrangsreste sind sehr stark entwickelt.

3) Eine directe Kleinhirn-Seitenstrangsbahn ist vorhanden.

4) Die Goll'schen Stränge, Olivenzwischenschicht und mediale Schleife sind sehr schwach entwickelt.

---

1) Arch. f. Psychiatrie XVI. 3.
2) Neurolog. Centralbl. 1885. Nr. 7, u. 1887. Nr. 9, u. Wjestn. ps. i. nevr. 1886.
3) Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. 1886. 25. Febr.
4) Neurolog. Centralbl. 1887. Nr. 2.
5) Vortr. i. d. Cantonal. ärztl. Gesellsch. Nov. 1886.
6) Neurolog. Centralbl. 1887. Nr. 2.
7) Wandervers. südwestd. Neurologen u. Irrenärzte 1886. Mai.
8) Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1886. 8 u. 9.

5) Die BURDACH'schen Stränge, das Corpus restiforme und namentlich die Brückenarme sind stark entwickelt.

6) Die untere Olive ist fast ungefältelt und stellt einen fast compacten Ganglienzellenkörper dar. Sie ist stark der Raphe genähert.

7) Corpus restiforme und aufsteigende Trigeminus-Wurzel sind durch das Acusticus-Feld stark ventralwärts gedrängt.

8) Die Bindearme sind eher schwach entwickelt [1]).

9) Der Hypoglossus verläuft — namentlich in proximalen Ebenen — lateral von der grossen Olive.

10) Der Vagus tritt medial von der aufsteigenden Trigeminus-Wurzel aus.

11) Der Glossopharyngeus durchbricht bei seinem Austritt die aufsteigende Trigeminus-Wurzel.

12) Der Abducens-Kern liegt auffällig weit ventral; die Abducens-Fasern treten fast perpendiculär aus.

13) Das Corpus trapezoides ist ziemlich mächtig, desgleichen die Oliva superior.

14) Der aufsteigenden Trigeminus-Wurzel sind namentlich auch am äusseren Rand starke graue Massen angelagert.

15) Die Substantia nigra ist ausserordentlich mächtig entwickelt, ebenso die Bahnen des Hirnschenkelfusses (mit Ausnahme der Pyamidenbahn).

3. Rückenmark.

Von dem Rückenmark des *Hyperoodon* standen uns nur Theile des Cervicalmarks zur Verfügung, unsere Mittheilungen beziehen sich daher nur auf letzteres inclusive der Halsanschwellung. Die durchschnittliche Breite des Cervicalmarks oberhalb der Halsanschwellung beträgt 1,4 cm, der sagittale Durchmesser 1,2 cm, die Länge der vorderen Fissur 0,5 cm; die Commissura alba ist deutlich entwickelt in der Breite von ca. $^3/_4$ mm. Die Hinterhörner sind im Verhältniss zu den Vorderhörnern ausserordentlich klein. Die Processus intermedio-laterales sind sehr deutlich entwickelt. Die Länge der Hinterhörner, von ihrer Basis an gerechnet, beträgt knapp 0,2 cm, der der Vorderhörner etwas über 0,3 cm. Der Austritt der vorderen Wurzel liegt 3 mm von der vorderen Längsspalte entfernt, der der hinteren Wurzel 3,5 mm von der hinteren Längsspalte. Die Länge der letzteren beträgt 3,5 mm. Entsprechend diesen Verhältnissen erscheinen die Vorderstränge als lange schmale Keile, die Hinterstränge als fast gleichseitige Dreiecke. Ausserordentlich mächtig sind die Seitenstränge entwickelt, zumal in ihrem vorderen Theil; ihr Querschnitt ist anscheinend ellipsenförmig. Die vorderen Wurzelfäden verbinden sich in der Zahl von 20 bis 30 zu einer vorderen Wurzel, die Länge der letzteren bis zur Vereinigung mit der hinteren Wurzel beträgt 5,8 cm (Taf. VIII Fig. 1). In diesem Verlauf ist die vordere wie die hintere Wurzel z. Th. eingebettet in das ausserordentlich gefässreiche peridurale Gewebe des Wirbelcanals. Die hinteren Wurzeln entstehen in analoger Weise, meist jedoch aus einer geringeren Zahl von Wurzelfäden. Die Dicke der vorderen Wurzel beträgt fast 0,4 cm, die einer hinteren Wurzel ungefähr ebenso viel. Während die vorderen Wurzelfäden schon in geringer Entfernung sich zu einem Strang vereinigen, in dem allerdings bis zur Vereinigungsstelle mit der hinteren Wurzel ein oder das andere Bündel sich mehr oder weniger deutlich erkennen lässt, vereinigen sich die hinteren Wurzelfäden zunächst zu zwei bis vier Bündeln, die ihrerseits erst in nächster Nähe des Spinalganglions zusammentreten. Das letztere liegt auf dem Weg der hinteren Wurzeln 3,8 cm vom Rückenmark

1) Es spricht dies für eine Verbindung der Bindearme durch das Kleinhirn mit den GOLL'schen Strängen.

entfernt. Bis zum Spinalganglion laufen vordere und hintere Wurzeln annähernd parallel. Von dem Spinalganglion aus wendet sich die hintere Wurzel im stumpfen Winkel zur vorderen Wurzel hinüber, dieses letztere Verlaufsstück misst 1,8 cm. Das Spinalganglion selbst hat eine annähernd spindelförmige Gestalt, die grösste Dicke beträgt 0,5 cm, seine groben Umrisse werden noch besonders durch folgenden wichtigen Umstand modificirt: Die Spinalganglien der aufeinander folgenden hinteren Wurzeln stehen untereinander durch dicke Fasersträngе in Verbindung. Die Länge derselben beträgt 0,7 cm, die einzelnen Spinalganglien erscheinen daher für oberflächliche Betrachtung in ein Dreieck verzogen. Bemerkenswerth ist auch, dass einzelne hintere Wurzelbündel nicht in das Spinalganglion selbst einmünden, sondern in das zwischen je 2 Spinalganglien gelegene Verbindungsstück. Unmittelbar nach der Vereinigung der vorderen und hinteren Wurzel theilt sich die gemischte Nervenwurzel in zwei Hauptstämme und einen kleinen mittleren Zweig. Den weiteren Verlauf zu beschreiben, reicht unser Material nicht aus.

Die Halsanschwellung.

Der grösste Breitendurchmesser der Halsanschwellung beträgt 1,5 cm, es besteht also nur ein ganz unwesentlicher Unterschied gegenüber der Breite des übrigen Cervicalmarks. Die Vorderhörner erscheinen noch kolbig verdickt, der Winkel, in welchem sie auseinanderweichen, ist grösser, und dementsprechend sind die Vorderstränge breiter. Die Hinterstränge laufen nicht ganz so spitz zu. Unterhalb der Cervicalanschwellung verschmälern sich die Vorderhörner wieder, und zwar in noch erheblicherem Maasse als oberhalb der Halsanschwellung. Die vordere Commissur ist eher schmal. — Für die weiter abwärts gelegenen Partieen des Rückenmarks steht uns Material nicht zu Gebote.

4. Microscopische Anatomie der Hirnrinde.

Die durchschnittliche Dicke der Grosshirnrinde von *Hyperoodon* im Grunde der Furchen beträgt 2—3 mm, auf den Kuppen der Windungen bis zu 4 mm. Verhältnissmässig ausserordentlich schmal ist das Marklager jeder Windungskuppe, so dass zum Beispiel für eine Windungskuppe mit der Gesammthöhe von $6^1/_2$ mm das Marklager kaum $^3/_4$ mm breit ist. In der Hirnrinde selbst lassen sich ungezwungen 4 Schichten unterscheiden. Die erste Schicht enthält zahlreiche Gefässe, spärliche, zumeist dreieckige Ganglienzellen, von 10—20 μ Durchmesser; ab und zu finden sich einige wenige zerstreute Deiters'sche Rindenkörperchen. Die oberste Lage dieser Schicht wird von einem dichten Netz markhaltiger, tangential verlaufender Nervenfasern eingenommen, in den tieferen Lagen der ersten Schicht finden sich dieselben markhaltigen Nervenfasern in weiteren Maschen, ebenfalls tangential verlaufend. Die Länge dieser Fasern ist zum Theil eine ausserordentlich beträchtliche: sie lassen sich auf eine Länge bis zu 3 mm verfolgen. Dass dieselben mit den oben erwähnten kleinen, eckigen Ganglienzellen in Verbindung stehen, geht aus einzelnen Bildern unzweifelhaft hervor. Die verhältnissmässig geringe Zahl dieser Ganglienzellen gegenüber der grossen Zahl der Nervenfasern dürfte sich eben daraus erklären, dass meist sehr entfernt liegende Ganglienzellen durch diese Fasern in Verbindung gesetzt werden. Sehr häufig zeigen diese markhaltigen Nervenfasern mäandrische Schlängelungen und kolbige Anschwellungen, wahrscheinlicherweise handelt es sich hierbei um Kunstproducte. In den tiefsten Lagen der ersten Schicht finden sich ab und zu rundliche Ganglienzellen, da die Zahl derselben nach innen zunimmt, ist eine scharfe Abgrenzung der ersten Schicht von der zweiten

nicht vorhanden. Am zweckmässigsten wird die erste Schicht als zellenarme Schicht aufgeführt. Die zuerst von uns beim Wal gesehenen markhaltigen Nervenfasern der ersten Schicht haben wir vermittelst des PAL'schen Verfahrens dargestellt, die WEIGERT'sche Methode auch in ihren neuesten Verbesserungen zeigt dieselben sehr unvollkommen; ebenso auch die FREUD'sche Goldmethode. Um die Zellen dieser ersten Schicht zu sehen, empfiehlt es sich, das PAL'sche Verfahren mit der Modification anzuwenden, dass die Schnitte einer Vorbehandlung mit Chromsäure unterzogen werden, alsdann darf die Entfärbung in Kali hypermanganicum nicht zu lange fortgesetzt werden, so dass die Hirnrinde gegenüber dem Mark noch braunschwarz aussieht, die weitere Differenzirung mit der bekannten Lösung von Oxalsäure und schwefelsaurem Kali darf nur sehr kurz sein. Als Zeichen dafür, dass die Methode gelungen ist, kann gelten, dass die Zellen dunkelbraun sind, die markhaltigen Nervenfasern oben noch als schwarze Linien zu erkennen sind, sämmtliche Kerne auch in den Gefässen tief schwarzbraun sich gefärbt haben. Die Gefässkerne haben wir speciell auch an mit Lithioncarmin gefärbten Schnitten studirt, dieselben bieten keine Besonderheiten dar. Zum Studium der Ganglienzellen ist besonders die NISSEL'sche Methode sehr vortheilhaft, etwas beeinträchtigt wurden die Resultate dadurch, dass die Gehirne nicht einer reinen Alkoholhärtung ausgesetzt waren. Mittelst dieser Methode gelingt es, insbesondere die zelligen Elemente der ersten Schicht gut zu sehen. Auf der Windungshöhe pflegt diese erste Schicht schmäler zu sein als in der Tiefe der Furchen.

Die zweite Schicht ist die der kleinen Pyramiden, die Zellen sind auch hier verhältnissmässig spärlich gesät, der Gefässreichthum ein auffallender. Ganz allmählich geht die Schicht der kleinen Pyramiden in die der dritten Schicht, die der grossen Pyramiden über, so zwar, dass auch in den äussersten Theilen der Schicht der kleinen Pyramiden ab und zu grosse Pyramidenzellen gefunden werden. Die tieferen Theile der zweiten Schicht erhalten ein ganz besonderes Aussehen dadurch, dass die langen Fortsätze der grossen Pyramidenzellen der dritten Schicht weit in dieselben hineinragen. Auch die kleineren Pyramiden selbst haben ähnliche, nur weniger deutlich erkennbare Fortsätze, welche dieselbe Richtung zur Oberfläche einschlagen. Die Zahl der sogenannten freien Kerne ist eher spärlich. Pericelluläre Räume um die Ganglienzellen sind zum Theil gar nicht, zum Theil als unbedeutende Spalten zu erkennen. Einige der kleinen Pyramidenzellen sind im Schnitt so getroffen, dass sie den Körnerzellen der vierten Schicht ähnlich sind. Pigmentanhäufungen lassen sich in einigen wenigen Pyramiden erkennen. Die durchschnittliche Grösse dieser Zellen beträgt 30 μ. Der Reichthum an markhaltigen Fasern tritt gegenüber der ersten Schicht sehr zurück, die tangentiale Richtung herrscht auch hier vor. Zuweilen sieht man markhaltige Nervenfasern der ersten Schicht in die zweite Schicht hinablaufen.

Die dritte Schicht ist wesentlich durch die grossen Pyramidenzellen characterisirt. Dieselben gleichen am Gehirn von *Hyperoodon* wesentlich denen anderer Säugethiere. Die Pyramidenform ist übrigens nur eine der vielen Formen, in welchen diese Zellen auftreten. Als gemeinsames Characteristicum dürfte gelten, dass der Zellleib seine längste Ausdehnung in einer zur Hirnoberfläche senkrechten Linie hat, namentlich Spindelformen sind neben den Pyramidenformen sehr häufig, Pigmenthaufen fehlen in den grösseren selten. Der Gefässreichthum dieser Schicht entspricht annähernd dem der zweiten. Die durchschnittliche Grösse der Zellen beträgt 30—40 μ. Sehr spärlich findet man einige mit ihrer längsten Axe der Hirnoberfläche parallel gestellte Zellen. Am deutlichsten wird diese Schicht auf Präparaten, die mit Hämatoxylin-Lithioncarmin behandelt worden sind, und auf Präparaten nach der PAL'schen Methode. Bei Anwendung der letzteren Methode zeigt die Grundsubstanz die bemerkenswerthe Eigenschaft, in der zweiten Schicht die dunkelbraune Hämatoxylinfarbe viel intensiver resp. viel länger festzuhalten als die erste und dritte Schicht. Markhaltige Nervenfasern der dritten Schicht sind in zwei Formen vorhanden, erstens Fasern, die direct aus dem Marklager kommen, die tiefste Rindenschicht durchsetzt haben und sich nun den

Pyramidenzellen zuwenden, zweitens ein sehr unregelmässiges Netz feinster markhaltiger Nervenfasern, das nur nach fast völliger Entfärbung der Ganglienzellen sichtbar wird. Rein tangential verlaufende Fasern in grösserer Menge birgt diese Schicht nicht.

Als vierte Schicht ist die der Körnerzellen zu bezeichnen. Auch diese Schicht ist gegen die vorige nicht scharf abgesetzt, der Uebergang vollzieht sich in der Weise, dass das Kaliber der Zellen abnimmt, indem der Durchmesser auf 10—20 μ sinkt. Die Regelmässigkeit in der Verlaufsrichtung des grossen Nervenfortsatzes hört auf. Der längste Durchmesser der Zellen stellt sich mehr und mehr tangential. In den tiefsten Schichten lässt sich ein längerer Durchmesser überhaupt nicht mehr unterscheiden, die Form der Zellen wird zu der eines Dreiecks oder eines Kreises. Die tangentiale Stellung der pyramidenförmigen und langovalen Zellen ist besonders regelmässig in der Tiefe der Furchen. Auf den Kuppen der Windungen herrscht die Körnerformation vor. Der Zellenreichthum in dieser Schicht ist erheblich geringer als in der vorigen. Auch der Gefässreichthum hat abgenommen. In der Tiefe der Schicht sieht man deutlich, meistens zu kleinen Bündeln zusammengeordnet, senkrecht zur Rinde, die Fasern des Marklagers eintreten. Einige Fasern scheinen noch innerhalb der vierten Schicht aus dieser senkrechten Verlaufsrichtung in eine mehr quere einzubiegen. Die grosse Mehrzahl behält jedenfalls die ursprüngliche Verlaufsrichtung bis in die dritte Schicht bei. Anderweitige markhaltige Nervenfasern enthält die vierte Schicht in etwas grösserer Zahl als die dritte. Auf die Berechtigung, unterhalb der vierten Schicht noch eine fünfte Schicht zu unterscheiden, werden wir bei Besprechung der Structur der Hirnrinde in den einzelnen Abschnitten des Gehirns zurückkommen. Der allgemeine Typus des Aufbaues der Walgehirnrinde ist der vierschichtige. Ein besonders characteristisches Aussehen erhält die vierte Schicht, welche wir also bis zum Marklager sich erstrecken lassen, noch dadurch, dass die sogenannte Markleiste mit ihren starkkalibrigen, tangential verlaufenden, markhaltigen Nervenfasern sich unmittelbar innen an dieselbe anlegt. Die Dicke der Markleiste bleibt übrigens hinter der vieler anderer Säugethiere sehr zurück. Als bevorzugt bezüglich der Versorgung mit senkrecht einstrahlenden Fasern müssen die in der Rinde der Windungskuppen gelegenen Zellen bezeichnet werden.

Was die Structur des Marklagers selbst anlangt, so bietet dasselbe eine sehr characteristische Eigenthümlichkeit; bis über ein Centimeter weit und noch weiter in das Marklager hinein findet man in verhältnissmässig grosser Zahl Ganglienzellen eingestreut. In Grösse und Form entsprechen sie etwa denen der vierten Schicht. Die Zahl der sogenannten freien Kerne im Marklager ist wie bei anderen Säugethieren sehr bedeutend. Auch innerhalb des Marklagers bis zu fast einem Centimeter tief finden sich in tangentialem Bogen verlaufende Fasern. Die Gefässernährung des Marklagers geschieht durch verhältnissmässig grosse Gefässe.

Nach dieser allgemeinen Darstellung des Baues der Hirnrinde wollen wir nun daran gehen, denselben für die vier Urwindungen zu schildern, und zwar beginnen wir mit der speciellen Beschreibung der Rinde in der Gegend der Einmündungsstelle der Fissura praesylvia an der medianen Mantelkante, also an derjenigen Stelle, welche nach Beauregard der motorischen Rindenregion höherer Säugethiere mit ihren grossen multipolaren Ganglienzellen gleichzusetzen wäre. Präparate, welche mit Bordeauxroth und Delafield'schem oder Ehrlich'schem Hämatoxylin gefärbt worden sind, zeigen, dass die Rinde hier eher schmal ist. Das Marklager ist von der Rinde schärfer getrennt als in anderen Rindenregionen. Die zelligen Elemente der untersten Schicht sind sehr zahlreich, die Pyramiden der dritten Schicht sind eher spärlich und halten sich in verhältnissmässig kleinen Dimensionen. Ausserordentlich mächtig ist die Körnerschicht entwickelt. Präparate nach der Pal'schen Methode zeigen, dass die oberflächliche Schicht markhaltiger Nervenfasern sehr dicht ist. In den tieferen Schichten der Rinde entfällt die grösste Zahl markhaltiger Nervenfasern

auf die zweite Schicht, also auf dieselbe Schicht, deren Zellenreichthum wir betont haben. In der Schicht der grossen Pyramiden ist das Netz noch ziemlich dicht, die tangentiale Markleiste ist schwach entwickelt.

Zweitens haben wir das vor der Sylvischen Furche gelegene Windungsstück der ersten Urwindung untersucht. Die kleinen Pyramiden der zweiten Schicht sind auch hier stark vertreten, in der der Lage der grossen Pyramiden entsprechenden Schicht vermisst man grosse, mit der Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellte Pyramidenzellen fast vollständig, vielmehr scheint die Schicht der kleinen Pyramiden durch allmähliche Uebergänge direct in die Schicht der tangential gestellten Zellen der vierten Schicht überzugehen. Der Zellenreichthum ist im allgemeinen ein ausserordentlich grosser. Die tangentialen Fasern der Rinde finden sich in allen Schichten vor, aber entschieden spärlicher als in anderen Rindenregionen.

Drittens kam zur Untersuchung die Rinde aus der Mitte der zweiten Urwindung. Auch hier herrschen Zellen vom Typus der Körnchenzellen sehr entschieden vor. Pyramidenzellen finden sich mehr vereinzelt. Die Ganglienzellen reichen in das Marklager an einzelnen Stellen ziemlich weit hinein. Das Netz der markhaltigen Nervenfasern ist hier ausserordentlich stark entwickelt, schon mit dem blossen Auge lässt sich bei Pal'scher Färbung eine sehr dicke, oberflächliche Tangentialfaserschicht erkennen, mehrfach scheinen auch Fasern aus der letzteren in die Tiefe einzutreten, wir konnten solche Fasern zum Theil aus der oberflächlichen Schicht bis in die Schicht der grossen Pyramiden verfolgen. In der Schicht der kleinen Pyramiden ist der Verlauf der markhaltigen Nervenfasern ein unregelmässiger, man sieht schon vereinzelte radiär verlaufende Fasern. Die Menge der markhaltigen Nervenfasern im ganzen ist in dieser Schicht erheblich grösser als in den anderen früher beschriebenen Rindenregionen. In der Schicht der grossen Pyramiden herrscht der radiäre Verlauf der markhaltigen Nervenfasern durchaus vor. Bis weit in das Marklager hinein finden sich vereinzelte Pyramidenzellen. An einzelnen Stellen kann man mit grosser Sicherheit den Uebergang der Radiärfasern in einen Axencylinderfortsatz der grossen Pyramidenzellen erkennen. Die vierte Schicht enthält in der zweiten Urwindung wenig rundliche, zum Theil der Oberfläche parallel gestellte längliche Zellen. Man findet hier dasselbe unregelmässige Netz markhaltiger Fasern wie in der zweiten Schicht, in den untersten Theilen der vierten Schicht nehmen die markhaltigen Nervenfasern mehr und mehr einen gleichmässigen der Oberfläche parallel gerichteten Verlauf an. Erwähnenswerth ist noch, dass die in das Marklager eingestreuten Zellen zum grössten Theil Pyramidenform haben. Verschieden ist das Verhalten der Rinde auf der Windungskuppe und in den Furchen. In der Windungskuppe sind die Pyramidenzellen zahlreicher, zwischen dieselben und zu denselben treten die markhaltigen Nervenfasern in Bündeln zusammengefasst. An den Rändern der Furchen, vor allem in der Tiefe der Furchen sind grosse Pyramidenzellen selten, dementsprechend sind nur wenige aus dem Marklager zutretende Bündel sichtbar. Die Fasern der Markleiste sind in der Furchentiefe mindestens ebenso ausgesprochen wie auf der Windungskuppe, die oberflächliche Schicht markhaltiger Tangentialfasern ist in der Furchentiefe um ein erhebliches weniger entwickelt.

Die vierte von uns genauer studirte Rindenpartie ist in der dritten Urwindung gelegen, und zwar in deren hinterem Theil. Die oberflächliche Markfaserschicht hat annähernd dieselbe Mächtigkeit wie in der zweiten Urwindung, die Schicht der kleinen Pyramiden und die tieferen Schichten der zellenarmen Region enthalten auffällig wenig Fasern, während die Zellbildungen wesentlich denen der zweiten Urwindung gleichen. Schon microscopisch sieht man bei modificirter Pal'scher Färbung in der dritten und vierten Rindenschicht zwei schwarze bandartige Streifen. Der erste dieser Streifen entspricht den tiefsten Lagen der kleinen Pyramiden und den grossen Pyramiden. Der Gefässreichthum ist hier ein ausserordentlicher. Die Pyramidenzellen selbst sind auch hier eher spärlich. Der zweite jener bandartigen Streifen gehört den

untersten Lagen der vierten Schicht an. Ganglienzellen lassen sich noch weit ins Marklager verfolgen. Die Markleiste ist weniger mächtig als in der zweiten Urwindung, auch die Masse der aus dem Marklager zu einer Windungskuppe hinzutretenden Fasern ist ziemlich erheblich kleiner. Der Reichthum der dritten und vierten Schicht an unregelmässig polygonalen und runden sogenannten Körnerzellen ist dabei ausserordentlich gross.

5. Hirnhäute.

I. Dura mater.

Auf der Convexität und auf der Basis des Stirnlappens ist die Dura mater ein durchschnittlich 0,5 mm dickes fibröses Blatt. Auf dem grössten Theil der Basis sowie an den basalen Theilen der Seitenwände des Gehirns spaltet sich die Dura in 2 Blätter, zwischen welchen mächtige, grösstentheils venöse Gefässplexus enthalten sind. Die grösste Mächtigkeit erreichen diese intraduralen Gefässräume in der Umgebung der Sinus, ferner füllen sie in dichter Masse die zahlreichen Furchen und Vertiefungen der Basalfläche aus. Die Dura versieht die austretenden Nerven mit Duralscheiden, nachdem die ersteren ein Stück weit unter der Durabekleidung des Gehirnes hinweggelaufen sind. Am auffälligsten treten hervor erstens die Opticus-Scheide, welche, 3,5 cm von der Mittellinie entfernt, in einer Breite von 1,5 cm den Opticus bei seinem Austritt aus dem Subduralraum umkleidet. Aehnlich verhält sich die Trigeminus-Scheide, die Anheftung derselben reicht in der Sylvischen Furche bis an einen 7,5 cm von der Mittellinie entfernten Punkt. Auch Acusticus und Facialis empfangen eine ähnliche, zum Theil gemeinsame Scheide. Zwischen beiden Hemisphären auf der Oberfläche des Gehirns senkt sich die Dura bis zu einer Tiefe von $4^1/_2$ cm ein, vorn weniger tief als hinten, nämlich nur knapp 3 cm. Zwischen dem Kleinhirn und den Grosshirnhemisphären senkt sich die Dura um $3^3/_4$ cm ein, die Dicke der Dura in dieser Gegend beträgt 2 mm. Die zwischen den Grosshirnhemisphären einschneidende Durasichel bildet nicht ein einheitliches oben am Knochen fixirtes Blatt, sondern die medianen Flächen der die Medialwände beider Hemisphären bekleidenden Dura-Blätter kommen erst in einer Tiefe von 3—4,5 cm im Grunde der Fissura longitudinalis zur Verschmelzung. Die Dura schliesst hier den Sinus longitudinalis superior ein, dessen Lumen eine Länge von 5 mm besitzt. Die Dura um denselben ist mächtig verdickt und enthält einzelne Osteome.

Die Aussenfläche ist ziemlich rauh, die Innenfläche durchweg glatt, an einigen wenigen Stellen gefenstert. Bindegewebsbalken sind an einzelnen Stellen sichtbar.

Ganz besonders mächtig wird auch die Dura über den Vierhügeln, die rechte und die linke Dura-Lamelle weichen hier sehr rasch von einander ab und lassen zwischen sich eine im ganzen dreieckig gestaltete, die Vierhügel überkleidende 3—4 mm dicke Duralplatte.

Die Dura über der Oblongata misst in der Dicke, wenn man das schwammige Gewebe comprimirt, 8 mm.

II. Pia und Arachnoidea.

Bezüglich derselben haben wir Guldberg's Beobachtungen kaum etwas hinzuzufügen. Der Gefässreichthum ist relativ eher etwas geringer als man bei der Tiefe der Furchen erwarten sollte. Es wird hierauf später zurückzukommen sein. Die von Guldberg behaupete starke Adhärenz und schwierige Abziehbarkeit der Pia fanden wir nicht.

Anhang.

Die Hypophyse von *Hyperoodon rostratus*.

Wir geben hier noch einen kurzen Abriss der microscopischen Anatomie der Hypophysis; das Macroscopische ist bereits bei Darstellung der Basis cerebri berücksichtigt worden. Behufs microscopischer Untersuchung der in Chromsalzen und Alcohol gehärteten Hypophyse wurden beide Lappen gemeinsam mit Stiel in Celloidin eingebettet. Die Schnitte sind sämmtlich senkrecht zum Stiel der Hypophyse gelegt. Zur Tinction wurden verwandt: die WEIGERT'sche und PAL'sche Methode, Lithioncarmin, EHRLICH'sches Hämatoxylin, DELAFIELD'sches Hämatoxylin, GRIESEBACH'sches Bordeauroth u. a. m. In der folgenden Beschreibung unterscheiden wir immer einen grossen oder vorderen und einen kleineren oder hinteren Lappen, auch Infundibular-Lappen oder Hirnlappen benannt.

a) Der grosse oder vordere Lappen.

Dieser Lappen stellt auf den proximalsten Schnittebenen ein langgestrecktes den hinteren Lappen umfassendes Oval dar. Auf distaler gelegten Schnitten, in welchen die beiden Lappen bereits getrennt getroffen sind, ist die Form mehr die eines Oblong mit stark eingebuchteter hinterer Kante. Auf zweckmässig, also sehr proximal gelegten Schnitten sieht man die Substanz des grösseren Lappens den kleinen Lappen vollständig umfassen; an den beiden lateralen Polen allerdings fast nur mit einem bindegewebigen Ringe. Der ganze vordere Lappen wird von einer dünnen bindegewebigen Kapsel umschlossen, von welcher einzelne Lamellen nach der Mitte zu strahlen. Es werden durch die Verzweigungen dieser Lamellen schliesslich Abschnitte gebildet, welche grosse, schönkernige zum Theil mit dem Chromlack des Hämatoxylins sich intensiv färbende[1]) polygonale Zellen enthalten. Die Zahl der eine grössere Kette und Nester zusammensetzenden Zellen schwankt zwischen 8 und 20. Blutgefässe, jedoch fast ausschliesslich Capillaren, ziehen im reichlichsten Maasse hindurch. Zwischen den Zellenketten finden sich zahlreiche kleine Lacunen und Schläuche; dies lässt zusammen mit dem Gefässreichthum das Gefüge dieses Hypophysentheils als ein schwammiges erscheinen. Mitunter erscheinen die Gefässe obliterirt. Nervenfasern finden sich nicht vor, der vordere Lappen kann daher als der epitheliale resp. drüsige Lappen κατ' ἐξοχήν bezeichnet werden. Eine traubige Anordnung der Zellnester findet sich nirgends, dagegen sind dieselben öfter zu langen Gängen angeordnet. Im einzelnen Nest ist eine concentrische Anordnung der Zellen zum Theil unverkennbar. Manche der Lacunen, namentlich in den distaleren Ebenen, zeigen einen geronnenen homogenen Inhalt (»Colloidmassen«). In denselben sind ab und zu spärliche Zellen vorhanden, welche Lymphzellen ähnlich sind. Eine Hypophysenhöhle konnten wir nicht auffinden und möchten die um den Stiel des hinteren Lappens gelegten Grube als Rest derselben auffassen. In der That entspricht der Bau der die Grube umgebenden Ränder etwa dem der »Markschicht« PEREMESCHKO's.

b) Der kleinere oder hintere Lappen.

Ueber den Ursprung desselben aus dem vorderen haben wir bereits oben berichtet. Bei Anwendung der WEIGERT'schen Methode fällt er gegenüber demselben unmittelbar durch seine hellere Färbung auf. Die Bindegewebslamellen des einen gehen in die des anderen über, namentlich an der vorderen resp. hinteren

1) Durch die Beschaffenheit des Materials waren leider genauere Untersuchungen auf chromophile Zellen ausgeschlossen.

Fläche. Die Oberfläche ist an einigen Stellen gekerbt. Eine umhüllende bindegewebige Membran fehlt auch hier nicht. Von dieser umhüllenden Membran ziehen bindegewebige Lamellen in das Innere des Lappens, sich mehr und mehr verästelnd, die Hauptzüge schnüren traubenförmig verzweigte Unterlappen ab. Gefässe dringen mit diesen Lamellen ins Innere. Die feinsten Verzweigungen dieser ausserordentlich kernreichen Bindegewebslamellen umschliessen endlich kleinste Bezirke, welche ihrerseits Zellen in einer feinkörnigen Grundsubstanz eingelagert enthalten. Diese Grundsubstanz unterscheidet sich von der Glia der Grosshirnrinde und namentlich des Höhlengraus in keiner Weise; vereinzelt finden sich auch deutliche langovale, grosse Gliakerne. Die Zellen, welche in dieses Stroma eingebettet sind, sind klein, z. Th. spindelförmig, z. Th. oval oder kreisförmig, einige wenige haben die Gestalt eines länglichen gleichschenkligen Dreiecks, ohne dass sich jedoch Fortsätze bei den meisten derselben sicher nachweisen liessen. Wahrscheinlich haben wir hier nervöse Elemente vor uns. Auf der Vorderfläche des Hinterlappens fanden sich an einigen Stellen epitheliale Elemente.

Zwischen den einzelnen grösseren Feldern treten Bündel markhaltiger Nervenfasern ein, besonders in den proximalsten Schnitten ist ein starkes Nervenfaserbündel sichtbar. Wir vermochten dieselben mit der Pal'schen Methode deutlich sichtbar zu machen, sie zeichnen sich durch einen gewundenen, z. Th. geschlängelten Verlauf aus. Auf unseren senkrecht zur Verticalaxe geführten Schnitten erscheint jedes Bündel meist quergetroffen, und strahlenförmig ziehen von demselben nach mannigfachen Richtungen in der Ebene des Schnittes Nervenfasern aus. An manchen Stellen scheinen Anschwellungen im Verlauf der Fasern vorhanden zu sein. Anastomosen werden oft vorgetäuscht, sind aber nicht sicher nachweisbar. Wir bemerken nochmals ausdrücklich, dass diese unsere Deutung wesentlich auf die Pal'sche Methode gestützt ist; mit dem von Benda bereits versuchten Nachweis, dass die Pal'sche Methode in der bekannten Anwendung nicht nur die markhaltigen Nervenfasern, sondern auch andere Elemente färbt, würde eine Modification unserer Deutung vielleicht eintreten müssen. Ueber die Endigungen der Nervenfasern können wir nur aussagen, dass dieselben das Stroma verlassen und zwischen den zelligen Elementen verschwinden.

Von einem weiteren Eingehen auf Bau und Bedeutung der Hypophyse glaubten wir Abstand nehmen zu müssen, um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu überschreiten, und verweisen in dieser Hinsicht auf die neueren Arbeiten von Peremeschko [1]), Müller [2]), Flesch [3]), Dostoiewsky [4]) und Lothringer [5]).

---

1) Peremeschko: Virchow's Arch. XXXVIII.

2) W. Müller: Jenaische Zeitschr. VI.

3) Flesch: Tageblatt der 57. u. 58. Versammlung der Naturforscher zu Magdeburg und Strassburg, sowie »Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Berlin. Heft I. 1885.

4) Dostoiewsky: »Ueber den Bau der Vorderlappen des Hirnanhangs«. Arch. f. microsc. Anatomie. I. 28. p. 592—598.

5) Lothringer: »Untersuchungen an der Hypophyse einiger Säugethiere und des Menschen«. Arch. f. microscop. Anatomie. I. 28. p. 257—292.

B) Das Centralnervensystem von *Beluga leucas.*

1. Aeussere Oberfläche des Gehirns.

Indem wir eine Beschreibung des Gehirns von *Beluga leucas* bringen, beabsichtigen wir durchaus nicht, alle morphologischen Merkmale, welche wir bereits für *Hyperoodon* angegeben haben, nochmals anzuführen, wollen uns vielmehr im Wesentlichen darauf beschränken, das Abweichende im Gehirn der *Beluga* hervorzuheben; wo also eines Punktes nicht besonders Erwähnung geschieht, ist Gleichheit der Verhältnisse bei beiden Walen vorauszusetzen.

Der äussere Contour des Gehirns von *Beluga leucas* ist sechseckig. Die Grosshirnhemisphären bilden, für sich betrachtet, ein an der hinteren Kante etwas eingebuchtetes Trapez. Jede der Grosshirnhemisphären stellt sich dar als eine ovale, bohnenförmige Masse, zwischen den hinteren Ausschnitten beider Hemisphären liegt das Kleinhirn fast völlig frei. Die medianen Mantelkanten treten in einem stumpferen Winkel zusammen. Die Spalte zwischen Gross- und Kleinhirn ist fast senkrecht, nur ein klein wenig nach vorn geneigt; die hinteren Flächen der Kleinhirnhemisphären sind fast kugelig vorgewölbt. Die Grosshirnhemisphären sind fast symmetrisch, die Kleinhirnhemisphären ebenfalls. Die langen Axen der Grosshirnhemisphären convergiren in spitzem Winkel nach vorn. Die Breite der Grosshirnhemisphären nimmt nach hinten beträchtlich zu. In der Basalansicht wird das Gehirn von sechs annähernd geraden Linien begrenzt. Die Aysmmetrie ist auch auf dieser Ansicht unerheblich.

Maasse.

Grösste Breite des Gehirns im Gebiet der Temporallappen: 17,7 cm, im Gebiet der Stirnlappen: 14,6 cm.
Grösste Breite des freiliegenden Kleinhirns: 12,9 cm.
Grösste Breite des Pons: 3,8 cm.
Grösste Breite des Cervicalmarks: 1,4 cm.
Grösste Breite der Oblongata:
1) in der Gegend der Clavae: 1,8 cm,
2) in der Mitte der Oliven: 2,1 cm.
Breite der Temporallappen auf der Basalansicht:
links 6,2 cm, rechts 6,3 cm.
Grösste Höhe des Gehirns: 12,1 cm.
Länge des Stirnlappens auf der Basis: 10,5 cm.
Länge des Schläfenlappens auf der Basis: 5,7 cm.
Länge des Pons auf der Basis: 3,3 cm.
Länge des Kleinhirns auf der Basis: 5,9 cm.
Länge der Oblongata vom unteren Ende des Pons bis zu den oberen Enden der Clavae: 0,9 cm.

Oberseite:

Länge der medianen Mittelkanten bis zu ihrer Divergenz über dem Kleinhirn: 7,8 cm.
Länge des sichtbaren Theils des Kleinhirns: 4,4 cm.

Vorderhirn.

Bezüglich der Lappeneintheilung können wir auf das bei *Hyperoodon* Gesagte verweisen. Auch bei *Beluga* erscheint die Oberfläche, wenn man von den wenigen concentrisch um die Fossa Sylvii gelagerten Furchen absieht, gleichmässig gestückelt.

Wir beginnen mit der Beschreibung der Furchen zunächst beim Fötalgehirn.

Wir haben auf Taf. XII Fig. 3 das Gehirn eines 20 cm langen Fötus, von der Seite gesehen, abgebildet. Auf dieser Lateralansicht sind ausser der Fossa Sylvii drei Bogenfurchen bemerkbar, von welchen die mittelste die mächtigste ist. Die beiden untersten dieser Bogenfurchen glauben wir mit zur Fossa Sylvii hinzurechnen zu müssen; indem sich später das Schläfenhirn mächtig entwickelt, gelangen diese beiden Bogenfurchen in die Tiefe der Fossa Sylvii und scheinen so mit ihr zu verschmelzen. Hierbei ist die zweite Bogenfurche offenbar identisch mit der Burdach'schen Unterspalte sive Fissura lateralis posterior Henle), der Burdach'schen Vorderspalte und Oberspalte zusammengenommen; sie ist als Fissura circularis externa bezeichnet und vorn leicht gespalten. Die erste fötale Bogenfurche entspricht der Fissura circularis interna Guldberg's. Die dritte Bogenfurche ist als die Fissura suprasylvia zu bezeichnen, dieselbe zerfällt in ihrem hinteren Verlauf regelmässig in zwei annähernd gleich starke Aeste. Auf der einen Hemisphäre eines unserer Fötalgehirne zerfällt dieselbe auch in ihrem vorderen Verlauf in zwei Zweige. Eine seichte Impression zwischen der medianen Mantelkante und der Fissura suprasylvia ist als Fissura lateralis anzusehen; auf der medianen Fläche bezeichnet eine breite, aber seichte Impression die Stelle, wo sich später die Fissura splenialis entwickelt.

Ausgehend von diesen Betrachtungen gehen wir nunmehr dazu über, die Furchen des Gehirns der erwachsenen *Beluga* zu beschreiben.

1. Fissura Sylvii. Was bei oberflächlicher Betrachtung als Sylvische Furche sichtbar ist, die Einbuchtung zwischen Stirnscheitel- und Schläfenlappen, ist die Fossa Sylvii. Der Grund dieser Fossa ist ein längliches Dreieck, die hintere Wand der Fossa entspringt steil in der einen Kante dieses Dreiecks. An der vorderen Kante des Dreiecks ist die Wand der Fossa Sylvii noch auf eine Strecke von fast 2 cm unterhöhlt. Von der Mitte der hinteren Kante zieht eine Furche zur Substantia perforata antica, um die letztere vorn zu begrenzen. Diese Furche ist identisch mit der ersten Bogenfurche unseres Fötalgehirns — von Guldberg ist sie als Fissura circularis interna bezeichnet worden. Schneidet man grössere Theile des Schläfenlappens hinweg, so zeigt sich, dass die vordere Begrenzungslinie des Grundes der Fossa Sylvii einen Bogen beschreibt mit einer ähnlichen Krümmungsrichtung wie die Leuret'schen Bogenfurchen. Die Stirnscheitelwindungen hängen auf den Boden der Sylvischen Grube stark über, so dass ein grosser Theil des Bodens der Sylvischen Grube unter ihnen verborgen liegt. Die so an der vorderen Begrenzungslinie des Bodens der Sylvischen Grube zu Stande kommende bogenförmig gestaltete, zwischen dem versteckten Boden der Sylvischen Grube und den überhängenden Stirnscheitelwindungen sich erstreckende Furche ist identisch mit der zweiten Bogenfurche unseres Fötalgehirns. Obwohl wir die secundäre Natur und abweichende morphologische Bedeutung nicht verkennen, schlagen wir doch vor, der Bequemlichkeit wegen, diese Furche, die in mannigfachen Beziehungen zu der Fissura rhinalis anterior und dem vorderen und dem aufsteigenden

Ast der Fissura Sylvii steht, mit einem eigenen Namen »Fissura circularis externa« zu bezeichnen. Vorn nähert sich dieselbe dem hinteren Ende der Fissura olfactoria, sie tritt hierbei aus der Sylvischen Grube vollständig heraus und imponirt als vorderer Ast derselben, sie ist hier auch identisch mit der Fissura rhinalis anterior.

Die Fissura Sylvii erscheint danach als weit weniger einheitlich, als es bei den übrigen Thieren gewöhnlich angenommen wird, und bemerkenswerth ist vor allem die mächtige Ueberwölbung des Bodens der Sylvischen Grube in den vorderen oberen Theilen, das Fehlen einer solchen Ueberwölbung in den hinteren unteren.

Der Raum zwischen Fissura circularis interna und der Fissura circularis externa, vielleicht auch noch ein grosser Theil der verdeckten Partie des Grundes der Sylvischen Grube ist als »Insel« zu bezeichnen.

Die überhängenden Stirnscheitelwindungen sind schmal und zu der äusseren Ringfurche senkrecht gestellt; es scheinen daher eine Menge langer Parallelfurchen senkrecht aus der äusseren Ringfurche zu entspringen. Nach vorn nehmen dieselben an Länge ab, am hinteren Ende entspringen unmittelbar neben einander 5—6 tiefe Furchen. Diese letzteren sind auch auf der Oberfläche des Gehirns deutlich sichtbar. Die Fossa Sylvii verläuft nämlich an der Oberfläche schräg nach hinten oben; etwa 3 cm von der Umschlagstelle auf die Convexität entfernt, erweitert sie sich etwas, und aus dieser Erweiterung scheinen strahlenförmig jene 5—6 Nebenfurchen zu entspringen, wir führen für dieselben die Bezeichnung Rami radiales fossae Sylvii ein. Diese 5—6 Nebenfurchen werden aufgenommen von einer grossen Bogenfurche, der Fissura ectosylvia, welche von der Erweiterung am Ende der Sylvischen Furche 3,4 cm bis 3,9 cm entfernt ist. Wir müssen hierbei gleich bemerken, dass die Annahme von drei resp. vier grossen Bogenfurchen für das Gehirn der erwachsenen *Beluga* willkürlich wäre. Eine unbefangene Beobachtung lässt vielmehr 5 resp. 6 Bogenfurchen unterscheiden, von welchen die erste und fünfte am tiefsten sind. Die erste bis vierte gehören der lateralen Convexität an, die fünfte und sechste der Medialfläche. Die Homologisirung mit den Hauptfurchen der übrigen Säugethiere wird verschieden ausfallen, je nachdem man auf die Tiefe der Furchen oder auf die Lagerung derselben ein grösseres Gewicht legt. Wir haben uns bei der Homologisirung der Furchen durch die oben gegebenen Beobachtungen bei Fötalgehirnen leiten lassen. Die Fissura ectosylvia fehlte unseren Fötalgehirnen noch durchaus. Sie reicht mit ihren letzten Ausläufern vorn bis zur Basalfläche, sie läuft in ihrem letzten Ende hier der Sylvischen Furche parallel. Hinten hört die Furche in etwa halber Höhe des Gehirns auf, doch ist eine Fortsetzung derselben angedeutet, welche in Verbindung steht mit den aus der Sylvischen Furche entspringenden Nebenästen. Die Tiefe der Fissura ectosylvia beträgt: hinten 2,5 cm, in der Mitte 3,1 cm und vorn 2,0 cm. Ihre Tiefe nimmt also nach vorn ab.

Die folgende Bogenfurche ist die bereits auf unseren Fötalgehirnen deutlich ausgesprochene Fissura suprasylvia, indes zeigt gerade auch ein Vergleich mit unseren Fötalgehirnen, dass auch die folgende Bogenfurche, der nur eine untergeordnete Selbständigkeit zukommt, indem sie mit der uns jetzt beschäftigenden Bogenfurche zusammenhängt, gleichfalls der Fissura suprasylvia zuzurechnen ist, höchstens könnte es angängig erscheinen, da, wo die Furche speciell an den hinteren Theilen selbständig auftritt, dieselbe als Fissura ectolateralis zu bezeichnen. Von den beiden Aesten der Fiss. suprasylvia ist der untere etwa 2 cm tief, der obere etwa 1,9 cm tief. Der untere Ast zeigt ungefähr gerade über dem Endpunkt der Sylvischen Furche eine deutliche Knickung, Guldberg's Zeichnung des Gehirns von *Phocaena* könnte dazu führen, die von uns als Fissura ectolateralis oder oberer Ast der F. suprasylvia bezeichnete Fissur als Fissura lateralis zu deuten, welcher sie in der That der Lage nach auf den ersten Blick zu entsprechen scheint; die aus der Betrachtung der Fötalgehirne sich ergebende Unselbständigkeit der bezüglichen Fissur verbürgt jedoch die Richtigkeit unserer Auffassung. Die Fissura ectolateralis wie die Fissura suprasylvia

reichen hinten nicht bis zum hinteren Begrenzungsrand der Hemisphären, ihr Abstand schwankt zwischen 1,8 und 2,5 cm. Vorn reicht die Fissura ectolateralis bis auf die Vorderfläche des Stirnhirns, die Fissura suprasylvia (sens. strict.) reicht auf einer unserer Hemisphären nicht bis zur Vorderfläche, auf anderen ist sie umgekehrt auf der Vorderfläche mächtiger als die ectolateralis und reicht bis in das Gebiet der Fossa praesylvia.

Die letzte Bogenfurche der Convexität des Fötalgehirns ist als Fissura lateralis zu bezeichnen. Dieselbe liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem medialen Mantelrand und der Fissura suprasylvia.

Die Fissura lateralis beginnt beim Erwachsenen auf der Basalfläche des Hinterhauptlappens mit unscheinbaren Aesten, sie überschreitet die hintere obere Begrenzungslinie 4,5 cm von der Divergenzstelle der hinteren Begrenzungslinien der Grosshirnhemisphären entfernt, sie nimmt an dieser Stelle einen Ast auf, welcher aus der zweiten Bogenwindung entspringt und, dem hinteren Rand der Hemisphären annähernd folgend, aufwärts der Medianlinie zuzieht. In ihrem weiteren Verlaufe nähert sich die Fiss. lateralis der Mittellinie bis auf etwa 2 cm und zieht der Mittelkante parallel in einer durchschnittlichen Tiefe von 2,2 cm bis an das Stirnhirn, die Vorderfläche des Gehirns erreicht dieselbe nicht.

Diese drei Hauptfurchen grenzen ebenso wie beim *Hyperoodon* vier Urwindungen ab: den Gyrus Sylvii inferior, Gyrus Sylvii superior, Gyrus suprasylvius und die z. T. der medianen Fläche angehörige vierte Urwindung.

Der Gyrus Sylvii inferior ist durch die Radiärfurchen, welche vom Ende der Sylvischen Spalte ausgehen, sowie durch senkrecht vom Stamme der Sylvischen Furche abgehende Aeste strahlenförmig getheilt. Der Gyrus Sylvii superior wird durch unregelmässige senkrecht zu den Hauptfurchen verlaufende Seitenfurchen in verschiedene unregelmässige Polygone getheilt. Dasselbe gilt vom Gyrus suprasylvius. Der Gyrus suprasylvius ist, wie sich aus den vorher angegebenen Maassen ergiebt, verhältnissmässig schmal. Die vierte Urwindung ist im Verhältniss zu den übrigen stark entwickelt. Dem Contour des Balkens entsprechend verläuft die Fissura corporis callosi fast im Halbkreis. Die vierte Urwindung theilt sich weiter durch die Fissura splenialis und durch die Fissura suprasplenialis in drei deutlich ausgesprochene Windungen.

Eine Fissura confinis ist auf unseren Gehirnen nur im hinteren Abschnitt deutlich erkennbar, sie verläuft hier, am hinteren Hemisphärenrand beginnend, durchschnittlich 1,2 cm von der Fissura lateralis entfernt und etwa 1 cm tief parallel der medianen Mantelkante auf einer Strecke von circa 8 cm. Vorn und hinten scheint sie mit der folgenden Furche, der Fissura suprasplenialis zusammenzuhängen, doch findet sich in der Tiefe beider Verbindungsfurchen regelmässig eine Uebergangswindung.

Die Fissura suprasplenialis hat bei *Beluga*, ähnlich wie dies Guldberg für *Phocaena communis* hervorgehoben hat, eine ausserordentlich mächtige Entwickelung. Dieselbe beginnt auf der Basalfläche des Hinterhauptlappens 1,3 cm von der Ursprungsstelle der Fissura lateralis entfernt. Sie zieht dann der Fiss. lateralis durchaus parallel, von der Fissura confinis kaum 1 cm, von der Fissura lateralis 2 cm entfernt, auf der Medialfläche des Gehirns hart unter der medianen Mantelkante nach vorn. An einem Punkte der Mantelkante, welcher von der Divergenzstelle der hinteren Hemisphärencontouren 7 cm entfernt ist, schneidet die Fissura suprasplenialis in einer an den Verlauf der Fissura splenialis bei vielen Carnivoren erinnernden Weise spitzwinklig in die mediane Mantelkante ein und verläuft, von der letzteren sich nun stetig entfernend, auf der vorderen Convexität des Gehirnes fast ebenso weit wie die Fissura suprasylvia. Die Tiefe dieser Fissur beträgt: hinten etwas über 3 cm, in der Mitte des Verlaufes 3,4 cm, auf der Vorderfläche des Gehirns 2,1 cm. Später werden wir zu erörtern haben, ob diese so ausserordentlich mächtige Fissur wirklich als Fissura suprasplenialis aufzufassen oder nicht vielmehr der Fissura splenialis selbst bei den Carnivoren homolog zu setzen ist.

Die Fissura splenialis beginnt weit vorn am Gyrus hippocampi und ist hier von der Mantelkante 1,1 cm entfernt, sie nähert sich dann der letzteren, indem sie sich um den Hirnstamm herumschlingt, bis auf 0,4 cm. Sie steigt dann schräg nach oben auf und ist dort von der Balkenmitte 2,3 cm entfernt, dann biegt sie im scharfen Winkel ab und bleibt der Fissura corporis callosi in einer Entfernung von 1,7 cm parallel, der Mantelkante nähert sie sich wieder bis auf 0,5 cm. Das Ende der Furche liegt über dem Balkenknie. Die Gesammtlänge der Furche beträgt etwa 21 cm, die Tiefe: hinten 1,5 cm, in der Mitte 2,3 cm, vorn 1,7 cm.

Der Windungscomplex zwischen Fissura lateralis und Fissura splenialis ist als Gyrus medialis, der Windungscomplex zwischen Fissura splenialis und Fissura corporis callosi als Gyrus fornicatus zu bezeichnen. Von dem ersteren Gyrus wäre nach der herkömmlichen Bezeichnung der untere Theil als Gyrus submedialis anzusehen. Dieser Gyrus submedialis zerfällt ähnlich wie bei *Hyperoodon* durch eine Reihe transversal gestellter Furchen in eine Reihe kleiner Windungscomplexe. Bemerkenswerth ist unter denselben eine ziemlich constante, etwa über dem hinteren Drittel des Balkens gelegene, welche im schrägen Winkel von der Fissura splenialis nach oben und vorn zur Fissura suprasplenialis aufsteigt und von der letzteren nur durch eine sehr schmale, versteckte Uebergangswindung getrennt ist. Der Gyrus fornicatus zeigt eine deutlich ausgesprochene Fissura genualis, dieselbe ist allerdings nur knapp 4 mm tief, sie reicht hinten bis etwa zur Balkenmitte; durchschnittlich ist sie von demselben knapp 1 cm entfernt. Bemerkenswerth ist noch eine äusserst dünne Windungsplatte, welche aus dem hinteren medialen Winkel der basalen Stirnhirnfläche breit entspringt und als dünnes Blatt zwischen dem Gyrus fornicatus und dem Balken verläuft. Wir bezeichnen dieses dünne Windungsblatt als Gyrus rostralis. Eine Fissura sublimbica ist nicht deutlich abgrenzbar.

Furchen und Windungen des Stirnlappens und der Basalfläche.

Die Substantia perforata antica hat die Gestalt einer langen schräggestellten Ellipse, zwischen ihr und dem Hirnschenkel verläuft der Tractus opticus. Auf der basalen Fläche des Schläfenlappens begegnen wir dem Ende der Fissura splenialis wieder, die hier den Namen der Fissura rhinalis posterior führt. Parallel der Fissura rhinalis posterior verläuft die Fissura hippocampi, dieselbe bringt hier die hakenförmige Umbiegung des Gyrus uncinatus zu Stande und zieht im Bogen um den Hirnstamm, um schliesslich in die Fissura corporis callosi überzugehen. Eine deutliche, ungezwungene Fortsetzung der Fissura ectosylvia bis zur Fissura rhinalis posterior lässt sich nicht wahrnehmen. Auch die Fissura suprasylvia lässt sich nicht wie bei den Bartenwalen bis in die Nähe der Fissura rhinalis posterior mit Sicherheit verfolgen. Der Sulcus olfactorius ist als schwacher, sagittal nach vorn verlaufender Ast der vorderen Begrenzungslinie der Substantia perforata antica sichtbar. Da wir hier einen Nervus olfactorius nicht auffinden konnten, so ist die Furche nicht endgültig zu bestimmen! Doch glauben wir bei kleinen Föten von *Beluga* Spuren des Nervus olfactorius in zwei Fällen gesehen zu haben. Ein Trigonum olfactorium lässt sich wahrnehmen. Eine besondere Hervorwölbung hinter demselben (lobe désert) ist kaum sichtbar. Die Furche, welche die vordere Begrenzungslinie der Substantia perforata antica bildet, ist die Fissura circularis interna. Das Trigonum olfactorium kommt dadurch zu Stande, dass der Sulcus olfactorius an seinem hinteren Ende in stumpfem Winkel, 1,2 cm von der medialen Mantelkante entfernt, in zwei Aeste zerfällt. Diese beiden Aeste sind von Owen als Fissura endorhinalis und ectorhinalis bezeichnet worden. Die Länge des Sulcus olfactorius beträgt 4,6 cm. Circa 2 cm lateralwärts von dem Sulcus olfactorius zieht demselben annähernd parallel auf der Stirnfläche die Fissura praesylvia nach vorn zur Convexität, das hintere Ende derselben lässt sich bis zu einem der stärksten jener oben erwähnten vorderen Aeste unseres Sulcus circularis externus verfolgen. Die Furche selbst nähert sich,

indem sie auf die Vorderfläche des Gehirns selbst übergeht, dem Medianrande und schneidet schliesslich in denselben ein; einen längeren Verlauf auf der medianen Fläche müssen wir leugnen (im Gegensatze zu den Bartenwalen). Ein Uebergang in die Fissura confinis existirt auch hier nicht; ebensowenig ein solcher in die Fissura lateralis. Dem vorderen Ende der Fissura suprasplenialis nähert sich die Fissura praesylvia bis auf 1,2 cm. Selbstverständlich liegt das vordere Ende der Fissura suprasplenialis lateral von dem Einschnitt der Fissura praesylvia in die Mantelkante. Die Gesammtlänge der Furche beträgt etwa 8 cm, wobei das gewundene Verbindungsstück zur Fissura Sylvii nicht mitgerechnet ist. Die Tiefe derselben ist bedeutender, als es nach GULDBERG's Angaben bei *Balaenoptera* der Fall zu sein scheint, auch liegt im Gegensatz zu *Balaenoptera* die grösste Tiefe der Furche nicht auf der Basalfläche, sondern gerade auf der vorderen und oberen Fläche des Gehirns, an der tiefsten Stelle ist die Furche 2 cm tief. Die Fissura praesylvia und die Fissura olfactoria können durch einen starken Zweig in Verbindung stehen. Ueberbrückungen der Fissura praesylvia haben wir bei *Beluga* nicht gefunden.

Auf der Basis des Stirnlappens erscheint auch die Fissura ectosylvia; ihre Endäste communiciren zum Theil mit den parallel nach vorn ziehenden vorderen Aesten des vorderen Theils der Fissura rhinalis anterior, zum geringeren Theil mit der Fissura praesylvia. Die Fissura suprasylvia erreicht die Basalfläche, seichter werdend, gleichfalls und geht mit ihren zickzackförmigen Endästen in Seitenäste des Windungssystems der Fissura praesylvia und ectosylvia über, allerdings nach einigen Ueberbrückungen. Von einer Fortsetzung des Hauptstammes auf die Basalfläche kann nicht die Rede sein. Eine deutlich ausgesprochene Fissura coronalis, wie sie GULDBERG für *Phocaena* zeichnet, fehlt. Die basalen Fortsetzungen der Fissura ectosylvia und der Fissura suprasylvia mit ihren mannigfachen Communicationen, insbesondere aber eine weit basalwärts reichende Fortsetzung der von uns als Fissura ectolateralis bezeichneten Furche, könnten als Fissura coronalis angesprochen werden.

Verhältnissmässig wenig Beachtung haben bis jetzt die Furchen auf der dem Kleinhirn zugekehrten Partie der Basalfläche des Grosshirns gefunden. Es begegnet uns hier vor allem die basale Fortsetzung der Fissura splenialis, welche wir bereits als Fissura rhinalis posterior oder als laterale Begrenzungsfurche des Lobus pyriformis und hippocampi kennen gelernt und bis in die hintere Wand der Fossa Sylvii verfolgt haben. Die Fissura suprasplenialis erscheint gleichfalls auf der Basalfläche, reicht jedoch hier kaum bis in die Mitte derselben. Aus der Fissura splenialis entspringen auf der Basalfläche eine Reihe divergirender, nach hinten und seitwärts gerichteter Aeste. Unter diesen fällt durch besondere Mächtigkeit ein im hinteren Drittel der Fissura rhinalis post. entspringender Ast auf, der etwa 1,1 cm tief ist, um das hintere Ende der Fissura suprasplenialis hinwegzieht und, an Tiefe noch etwas zunehmend (1,8 cm), in die hintere Begrenzungslinie der Grosshirnhemisphären zwischen Fissura lateralis und Fissura suprasylvia, der letzteren näher gelegen, einschneidet. Aus dieser Furche, die wir, um in keiner Weise zu präjudiciren, als Ramus posterior bezeichnen, entspringt, spitzwinklig abbiegend, ein im Einzelnen freilich nicht ganz constanter 1,4 cm tiefer Seitenast, welcher fast genau lateralwärts zieht und durch seichte Verbindungsäste mit dem hinteren Ramificationsgebiet der Fissura ectosylvia communicirt. Einen ähnlichen Verlauf bei gleichfalls bemerkenswerther Tiefe hat ein unmittelbar hinter dem Ramus posterior aus der Fissura rhinalis posterior entspringender Zweig der letzteren. Die Fissura lateralis erscheint, wie schon oben erwähnt, auf der Basalfläche lateralwärts von der Fissura suprasplenialis zwischen dieser und dem Ramus posterior.

Wir wollen hier eine kurze Characteristik des Lobus insulae nachholen. Die Insel entwickelt sich aus dem zwischen Sulcus circularis internus und externus gelegenen Windungswulst. Wie weit man den in dem Sulcus circularis externus gelegenen, von den überhängenden Scheitel-Stirnwindungen bedeckten Theil der Sylvi-

schen Furche noch zur Insel rechnen will, lassen wir dahingestellt. Es würde der Umfang der Oberfläche der Insel bei Zurechnung dieses Theils selbstverständlich erheblich wachsen. Der mediale Theil des Wulstes zeigt nur seichte Impressionen, hingegen der unter den Stirnscheitelwindungen verdeckte Theil, der mit dem eben genannten Wulst in einer abgestumpften Kante zusammenstösst, zeigt einen Kranz deutlicherer radiärer Furchen, die freilich zum Theil den Wulsten der überhängenden Stirnscheitelwindungen entsprechen. Wir haben deren zehn bis zwölf gezählt von einer durchschnittlichen Länge von 3,3 cm. Vorn ist die Grenzlinie zwischen Lobus insulae und Subst. perforata antica weniger scharf. Gegenüber der Auseinandersetzung Guldberg's l. c. pag. 66 betonen wir nochmals, dass die Fissura rhinalis anterior mit der Begrenzung des Lobus insulae nichts zu thun hat, vielmehr ist die Fissura rhinalis anterior nach unserer Auffassung nur die vordere frei auf die Basalfläche tretende Fortsetzung unseres Sulcus circularis externus. Als Sulcus circularis Reilii (Schwalbe) hätte man wohl jene eben erwähnte abgestumpfte Kante, welche die laterale Begrenzungslinie des länglichen Inselwulstes bildet, oder besser den Sulcus circularis externus selbst, zu bezeichnen. Auf die weitere Configuration der Basis werden wir bei Besprechung des Stammhirnes zurückkommen.

Das Kleinhirn.

Das zunächst auffälligste Merkmal am Kleinhirn von *Beluga* ist, dass der Wurm verhältnissmässig sehr schmal ist. Der Transversaldurchmesser jeder Kleinhirnhemisphäre misst 5,4 cm, der des Wurmes 1,2 cm. Der Sagittaldurchmesser 4,4 cm, der grösste schräge Durchmesser einer Hemisphäre 7,2 cm. Die Grenze zwischen Wurm und Hemisphären ist scharf. Die Furchen und Windungen des Wurmes sind am leichtesten auf einem Sagittalschnitt zu überblicken; auf demselben lassen sich acht radiäre Furchen des Arbor vitae unterscheiden. Die Incisura marsupialis misst 1,1 cm. Eine Lingula ist nicht deutlich zu unterscheiden. Zunächst der Incisura marsupialis folgt ein kleines Läppchen von 0,5 cm Breite, dann drei grössere, deren jedes an der Peripherie 1,2—1,4 cm misst. Die folgenden 4 Läppchen sind durch ihre langgestreckte, strahlenförmige Gestalt ausgezeichnet (Lobus centralis — monticulus, declive, folium cacuminis). Der Vermis posterior zerfällt weniger scharf in drei Unterabtheilungen, der Rand desselben ist mehr abgerundet. Das Velum medullare anticum zieht als dünne, 1,3 cm lange Platte von dem Kleinhirn zu den Vierhügeln hinüber. An den Kleinhirnhemisphären ist vor allem die Fissura horizontalis magna bemerkenswerth. Dieselbe beginnt am Ursprung des Trigeminus, zieht nach aussen und hinten und besitzt eine Tiefe von 1,5 cm. Noch bevor sie den lateralen Rand erreicht, biegt ihr Hauptast im Bogen zur Medianlinie zurück, dadurch wird ein scharf umschriebener Lappen umgrenzt, der Lobus sigmoideus. Ein anderer Haupttheil der Fissura horizontalis magna beginnt vor dem Trigeminusursprung und zieht etwas oberhalb der Umgrenzungslinie der Unterfläche in weitem Bogen bis zur Olive. Die erstgenannte Ringfurche und die zweite stehen namentlich durch eine von der vorderen und oberen Fläche des Kleinhirns sich auf die Unterfläche schlagende Furche in Verbindung. Die Dorsalfläche des Kleinhirns zerfällt durch eine Reihe über den Kamm des Kleinhirns hinwegziehender Furchen in fünf langgestreckte Unterabtheilungen. Auf der ventralen Kleinhirnfläche, wie sie nach Loslösung des Stammes sichtbar wird, endet der Gyrus sigmoideus mit einem stärkeren Wulst über dem Bindearm, mit einem schwächeren über dem Corpus restiforme. Die Crura cerebelli ad pontem verschwinden etwa in der Mitte der Concavität des Gyrus sigmoideus. Beim Vergleich der drei Kleinhirnschenkel fällt die Kleinheit der hinteren Kleinhirnschenkel auf. Die Crura cerebelli anteriora sind im Querschnitte annähernd kreisrund. Der Durchmesser des Querschnitts beträgt 1,6 cm. Die Brückenfasern vereinigen sich zu einem eine frontal gestellte Ellipse bildenden Querschnitt. Der lange Durchmesser dieser Ellipse beträgt 2,2 cm, der kurze 1,2 cm. Der Durchmesser des hinteren

Kleinhirnstiels heträgt 0,7 cm. Der Nucleus dentatus ist ausgebildet. Sehr belehrend ist die Betrachtung des Kleinhirns bei Fötalgehirnen von *Beluga*. Der Wurm ist hier im Verhältniss zu den Hemisphären noch sehr breit und auch hier gegen die Hemisphären scharf abgesetzt. Die ganze Oberfläche des Kleinhirns zerfällt durch transversal gestellte sehr tiefe Furchen, welche ununterbrochen von einer Hemisphäre durch den Wurm zur andern ziehen, in sechs transversale schmale Blätter. Die seitlichen Enden dieser Blätter sind etwas nach vorn umgebogen.

Die ganze Gestalt erinnert sofort an die Formverhältnisse des Kleinhirns bei den Nagethieren. Man vergleiche z. B. Owen, Anatomy of vertebrates, Vol. III, pag. 90. die Abbildung eines Agutigehirns.

Das Mittelhirn.

Die Pedunculi cerebri sind nur eine kleine Strecke weit sichtbar, die Breite derselben bei ihrem Ursprung aus dem Pons beträgt 2,1 cm. Die Strecke vom vorderen Ponsrand bis zum Chiasma nervorum opticorum misst in der Luftlinie 0,3 cm, die Bogenlinie der Einsenkung zwischen beiden 1,5 cm. Die Stelle, an welcher der Tractus opticus unter den Hirnschenkeln verschwindet, ist vom Seitenrand des Pons 1,5 cm entfernt. Das Corpus mammillare bildet eine schwache Erhöhung vor der Subst. perforata postica, 0,2 cm hoch. Gegen das Tuber cinereum ist das Corpus mammillare scharf abgesetzt. Die Gesammthöhe des Tuber cinereum und Infundibulum zusammen beträgt 0,8 cm. Die Hypophyse stellt ein Gebilde dar von 1,3 cm Höhe, wovon 0,6 cm auf den Stiel kommen. Der eigentliche Körper der Hypophyse hat die Gestalt einer langgestreckten cylindrischen Walze, die Länge desselben beträgt 2,6 cm, der Durchmesser der Walze 0,6 cm. Ein kleinerer Lappen, der in das Tuber cinereum gelenkartig eingefügt ist, hat die Höhe von 0,7 cm, etwa dieselbe Breite und ist flach gedrückt.

Pons.

Eine Längsfurche des Pons ist leicht angedeutet, er springt um 0,8 cm gegen Corpus trapezoides und Hirnschenkel vor und ist infolge dessen gegen Corpus trapezoides und gegen die Hirnschenkel äusserst scharf abgesetzt. Die hintere Grenzlinie des Pons bildet beiderseits einen leicht nach hinten convexen Bogen, die vordere Begrenzungslinie bildet einen stumpfen Winkel. Die Breite des Pons, soweit er frei liegt, ist daher in der Mitte bedeutend grösser als am vorderen und hinteren Rand.

Oblongata.

Die Oblongata zerfällt durch eine Transversalfurche in zwei deutlich getrennte Theile. Der vordere Theil misst im Sagittaldurchmesser 0,8 cm, im Breitendurchmesser 2,4 cm. Er entspricht dem Corpus trapezoides der übrigen Säugethiere. Facialis, Acusticus und Glossopharyngeus entspringen aus diesem Theile. Hinter dem Corpus trapezoides springt der Bulbus der Oblongata mit einem nach vorn convexen Rand vor. Beiderseits lassen sich die Vorwölbungen der unteren Oliven deutlich unterscheiden. Die Breite der Olivenerhebung beträgt etwa 1,0 cm, die Länge derselben ungefähr 1,7 cm. Die mittlere Längsfurche ist ziemlich deutlich ausgesprochen, zwischen den Oliven und dem Corpus restiforme findet sich eine tiefe Einsenkung; besondere Furchen sind nicht angedeutet. Eine weitere Eintheilung ist vielmehr nur durch die doppelten Ursprünge der Hirnnerven gegeben.

Austritt der Hirnnerven.

I. Ein Nervus olfactorius war an den von uns untersuchten Gehirnen nicht aufzufinden, obwohl der Sulcus olfactorius, wie schon beschrieben, deutlich sichtbar ist. Bei den Fötalgehirnen fanden wir hingegen sehr schwache Rudimente.

II. N. opticus. Jeder N. opticus misst in der Breite 0,6 cm, in der Dicke 0,2 cm. Die beiden N. optici stossen in einem Winkel von circa 110° zusammen. Der Verlauf eines jeden, auf die Basis des Stirnlappens projicirt, würde dem Anfangstheil der Fossa Sylvii parallel laufen. Das Chiasma stellt im Frontalschnitt eine mit dem langen Durchmesser senkrecht gestellte Ellipse dar. Der lange Durchmesser misst 0,7 cm, der kurze 0,4 cm. Die grösste Breite des Chiasmas beträgt 1,0 cm. Die beiden Tractus optici treten in fast gestrecktem Winkel auseinander, jeder Tractus hat eine Breite von 0,4 cm, eine Dicke von 0,3 cm. Die Länge des freiliegenden Stückes beträgt 2,4 cm. In seinem weiteren Verlauf um den Hirnschenkel entfernt sich der Tractus von der Mittellinie 3,7 cm weit; wir kommen auf den weiteren Verlauf bei Betrachtung der Hirnstammquerschnitte zurück.

III. N. Oculomotorius. Derselbe entspringt mit mehreren Bündeln einige Millimeter weit vor der vorderen Begrenzungslinie des Pons.

IV. N. trochlearis. Als sehr dünner Nerv vorhanden.

V. N. trigeminus. Der N. trigeminus entspringt am Seitenhang der Brücke in der vorderen Hälfte derselben. Die Pialumkleidung der letzteren ist mit der des Trigeminusaustritts dicht verwachsen bis zu einer Entfernung von 1,2 cm von letzterem. Eine deutliche Scheidung des austretenden Trigeminus in eine Portio major et minor ist nicht wahrzunehmen. Die Dicke des Stammes beträgt 1,1 cm in einem, 0,9 cm im anderen Durchmesser. 2,7 cm von seinem Ursprung entfernt, schwillt derselbe zu dem Ganglion Gasseri an; dasselbe misst 1,4 cm im Durchmesser und hat eine Dicke von 0,4 cm.

VI. N. abducens entspringt auf der Grenzlinie von Pons und Corpus trapezoides mit mehreren sehr schmalen Wurzelfäden.

VII. N. facialis. Auch bei *Beluga* ist der N. facialis verhältnissmässig dünn; derselbe ist kaum 0,4 cm dick. Sein Eintritt in den Hirnstamm erfolgt etwas medial- und proximalwärts von dem N. acusticus. Ein isolirtes Bündel des Facialis tritt etwas weiter hinten und etwas weiter seitwärts aus (Portio intermedia). Der weitere Verlauf entspricht dem bei *Hyperoodon*.

VIII. N. acusticus. Dieser Nerv ist ausserordentlich stark entwickelt. Er entspringt aus einer kegelförmigen Verdickung am Seitenhang des Corpus trapezoides. Der laterale Rand seiner Eintrittsstelle reicht bis zum Corpus restiforme. Der proximalste Wurzelfaden des Glossopharyngeus liegt dicht am distalen Ende des Acusticus. Die Breite des Acusticus beträgt 0,9 cm, seine Dicke 0,4 cm. Striae acusticae scheinen über das Corpus restiforme dorsalwärts hinwegzuziehen. Eine dem Corpus restiforme bei seinem Eintritt ins Kleinhirn medialwärts aufsitzende Erhabenheit ist als Tuberculum acusticum zu bezeichnen. In seinem weiteren Verlauf liegt der Acusticus 1,8 cm vom vorderen Kleinhirnrande entfernt.

IX. N. glossopharyngeus. Der N. glossoph. entspringt mit 5—6 Wurzelfäden unmittelbar unter dem Acusticus. An unseren Gehirnen stellt er einen dünnen Strang dar. Nach seiner Vereinigung hat er eine Breite von 0,3 cm. Ueber das Kleinhirn zieht er 0,6 cm vom Acusticus entfernt hinweg.

X. N. vagus. Der Vagus entspringt 4 mm vom Glossopharyngeus entfernt, seine Wurzelfäden gehören bereits dem Olivengebiet hinter dem Corpus trapezoides an. Er entspringt wie der Glossopharyngeus in einer etwas ventralwärts vom Ursprung des Acusticus gelegenen Linie, 1,5 cm von der Mittellinie entfernt.

Der Gesammtursprung der Wurzeln nimmt einen Raum von 7 mm ein; erst in einer Entfernung von über 5 cm vereinigen sich die Wurzelfäden zu einem einigermaassen einheitlichen Stamm.

XI. N. accessorius. Unmittelbar hinter dem Ursprung des Vagus entspringt mit einer langen, noch ziemlich weit in das Cervicalmark herabreichenden Wurzellinie der N. accessorius. Entsprechend der nach oben vorn rasch zunehmenden Verbreiterung der Oblongata nähert die Wurzellinie des Accessorius sich hinten mehr und mehr der Medianlinie, von der sie zuletzt nur 0,8 cm entfernt ist; wir haben über 15 Wurzelfäden gezählt. Die oberen entspringen sehr dicht gedrängt am medialen Rand des Corpus restiforme; die Vereinigung zu einem Stamm findet etwa 4 cm vom Ursprung entfernt statt.

XII. N. hypoglossus entspringt in der Olivengegend mit 9 zum Theil sehr dünnen Wurzelfäden. Die Wurzellinie hat eine Gesammtlänge von 1 cm, dieselbe liegt in der Richtungslinie des Abducens, also der Mittellinie erheblich näher (0,6 cm). Das vordere Ende der Wurzellinie ist von dem Ponsrand etwa 3 cm entfernt.

2. Innere Anatomie des Gehirns.

I. Commissuren.

Der Balken hat eine andere Lage als im *Hyperoodon*-Gehirn, indem er noch stärker, fast halbkreisförmig gebogen ist und mit seiner Concavität fast gerade nach hinten und ein wenig nach unten sieht. Die Gesammtlänge beträgt an seinem Innenrande 7,6 cm; der Balken ist also bedeutend länger als der von *Hyperoodon*. Die beiden Enden sind nur 5,0 cm von einander entfernt; die Dicke des Spleniums beträgt 0,7 cm, das Corpus über der vorderen Oeffnung des Aquaeductus Sylvii misst knapp 0,3 cm, über der vorderen Region des Thalamus 0,5 cm. Das Knie misst 0,9 cm in der Dicke. Wie auf den *Hyperoodon*-Gehirnen ist auch hier die Commissura anterior nicht deutlich sichtbar, vielleicht weil die Chromhärtung unserer Präparate nicht intensiv genug war. Die Commissura media hat einen ovalen Querschnitt, dessen Längsaxe 1,6 cm, die Queraxe 2,3 cm beträgt. Im Frontalschnitt ist dieselbe auffällig schmal. Zwischen den Fornixsäulen und der Commissur bleibt ein Abstand von 0,2 cm. Die laterale Ausbreitung des Balkenwulstes bildet zugleich zum Theil die Wand des Unterhorns des Ventrikels. Schon in einer Entfernung von 2 cm von der Mittellinie misst die Fornixausbreitung in der Breite 2,0 cm. Auf Bruchpräparaten zeigt sich deutlich, dass der Forceps posterior wesentlich die hintersten Theile der Hinterhauptslappen mit einander verbindet.

II. Ventrikel.

Zum Studium der Ventrikel führten wir zunächst einen Horizontalschnitt 0,5 cm über der höchsten Kuppe des Balkens; unter dem höchsten Punkt der Fissura splenialis lag der Schnitt 1,6 cm. Auf der oberen Schnitthälfte lässt sich der Ventrikel noch 0,7 cm höher hinauf verfolgen. Die Fissura splenialis nähert sich auf diesem Schnitt dem hinteren Ende des Seitenventrikels auf 0,5 cm. Entfernt man nun den Balken und einen Theil des Marklagers, so lässt sich die Gesammtausdehnung des Ventrikels überblicken. Das Hinterhorn ist relativ schwach entwickelt, indem das hintere Ende des Ventrikels 1,9 cm hinter dem hinteren Rand des Pulvinar liegt. Die Spitze des Hinterhorns ist von der Spitze des Hinterhauptlappens 3,1 cm entfernt. Noch schwächer ist das Vorderhorn entwickelt, dasselbe lässt sich über den vorderen Rand des Corpus striatum hinaus nicht verfolgen. Um so mächtiger tritt das Unterhorn auf. Die Spitze desselben ist von der Spitze des Schläfenlappens 1,9 cm entfernt. Die hintere Begrenzung des Unterhorns

wird hier durch einen schmalen Gyrus gegeben, welchen der Sulcus splenialis in seinem untersten Verlauf ausschneidet. Die grösste Entfernung des Seitenventrikels von der Mittellinie des Gehirns beträgt 2,7 cm. Die Entfernung des Balkens von der Oberfläche des Thalamus opticus beträgt 0,4 cm. Das untere Ende des III. Ventrikels reicht entsprechend der eigenthümlichen Lage des Balkens im Bogen weit unter dem Thalamus opticus hinweg bis zum Infundibulum, so dass dasselbe fast senkrecht unter den Vierhügeln liegt. Die Länge des Aquaeductus Sylvii misst 2,3 cm. Der IV. Ventrikel misst von den Clavae bis zu dem hinteren Rand der hinteren Vierhügel 4,8 cm. Die Centralfurche des Kleinhirns liegt mit ihrem oberen Ende in senkrechter Richtung 1,3 cm vom Ventrikelboden entfernt. Die grösste Breite des Ventrikels beträgt 2,0 cm. Das Velum medullare hat eine Länge von 1,2 cm.

III. Grosse Ganglien.

1) Thalamus opticus. Die Gestalt des Thalamus opticus ist ungefähr dieselbe, wie wir sie bei *Hyperoodon* beschrieben haben. Die Medianfläche des Thalamus opticus ist 1,8 cm lang, der grösste Durchmesser desselben, welcher in einer von vorn medial nach hinten lateral verlaufenden Axe liegt, beträgt 5,2 cm; der grösste Breitendurchmesser 2,3 cm. Lateralwärts steigt die obere Fläche des Sehhügels stark an, etwa um 0,9 cm. Das Pulvinar hebt sich wenig scharf hervor. Die beiden Kniehöcker, namentlich der hintere, sind deutlich zu unterscheiden. Die seitliche Begrenzung des Thalamus opticus wird von dem sehr deutlich bis in den Schläfenlappen verfolgbaren Schwanz des Nucleus caudatus gebildet. Die hintere Fläche des Thalamus opticus steht annähernd senkrecht und ist stark medialwärts gewandt; die vordere Fläche fällt weniger steil zum Infundibulum ab. Die Verhältnisse der Habena bieten nichts Abweichendes. Die Stria cornea ist kaum 1 mm dick. Gefässperforationen sind im Ganzen auch in den hinteren Abschnitten eher spärlich.

2) Corpus striatum. Das Corpus striatum liegt ganz innerhalb der Seitenventrikel; seine grösste Breite beträgt 0,7 cm. Lateralwärts vom Thalamus opticus nimmt dasselbe rasch an Breite ab; sein Schwanz verschmilzt mit der Rinde des Schläfenlappens, sein Kopf mit der Lamina perforata anterior. Die Dicke über dem hinteren Theile des Thalamus opticus beträgt 0,4 cm.

3) Corpora quadrigemina. Die Gesammtausdehnung der Vierhügel in der Sagittalebene beträgt 3,3 cm; am vorderen Rand der vorderen Vierhügel, unmittelbar über dem Boden des Aquaeductus entspringt die Glandula pinealis. Ihre Höhe beträgt 0,9 cm. Ihre durchschnittliche Breite 2,0 mm. Stiel und Körper der Glandula pinealis stehen durch die fast frontal verlaufende Habenula mit dem Hang des Sehhügels in Verbindung.

Die hinteren Vierhügel sind etwas mächtiger als die vorderen, doch ist der Unterschied nicht so gross, wie bei *Hyperoodon.*

IV. Leitungsbahnen.

Wie bei *Hyperoodon*, so haben wir auch hier die Leitungsbahnen auf Frontalschnitten studirt. Der erste Schnitt ist mitten durch das Chiasma gelegt. Der Balken verläuft hier in einem Winkel von nahezu 45° zur Mantelkante. An der Basis geht der Nucleus caudatus in die Substantia perforata antica über. Das Claustrum ist als dünner grauer Streif schon sichtbar. Die Dicke des Balkens beträgt 2,5 mm. Der Linsenkern ist in seinem äussersten Glied sichtbar; die beiden inneren Glieder sind nicht scharf getrennt. In dem vorderen Schenkel der inneren Kapsel ziehen zahlreiche Balken grauer Substanz von dem

Linsenkern zum Schwanzkern. Die Commissura anterior ist nicht deutlich sichtbar. Der nächste Schnitt ist durch den vordersten Theil des Thalamus opticus gelegt. An der Basis kommt derselbe im Pons zum Vorschein. Der Linsenkern geht hier in die Mandel über, der Schwanzkern erscheint 2,1 cm von der Mittellinie entfernt. Aus dem Knie der inneren Kapsel zieht ein deutlicher Faserzug zwischen Inselrinde und Linsenkern in den Temporallappen. Zwischen diesem Zug und der Inselrinde zeigen sich die letzten Reste des Claustrums. Die Hauptfasermasse der inneren Kapsel zieht deutlich medialwärts und abwärts. Der folgende Schnitt ist 1,4 cm vom hinteren Thalamus-Rande entfernt geführt, und zwar schräg, so dass er an der Basis an derselben Stelle wie der vorige erscheint. Man erblickt hier den Thalamus opticus in seiner grössten Mächtigkeit, seine Breite beträgt, vom Ventrikelboden gemessen, fast 4 cm. In seinen lateralen Theilen ist er durch Laminae medullares deutlich gestreift. Die letzteren scheinen von oben aus dem Knie der inneren Kapsel einzutreten. Ein kleiner ovaler Querschnitt am lateralen Rande des Thalamus opticus am Ventrikelboden gehört dem hinteren Theil des Schweifkerns an. Das Temporalhirn und das Parietalhirn stehen durch eine 0,8 cm breite Brücke mit einander in Verbindung. In horizontaler Richtung 0,7 cm von dem III. Ventrikel und 0,2 cm vom Boden des IV. Ventrikels entfernt tritt ein kreisrunder linsengrosser Querschnitt auf, von dem aus ein Faserbündel sich steil abwärts mit geringer Abweichung von der Mittellinie 1,5 cm weit verfolgen lässt. Dieses Bündel ist als Vicq d'Azyr'sches Bündel zu bezeichnen. Die innere Kapsel zeigt sich schon macroscopisch aus zwei Bündelmassen verschiedener Verlaufsrichtung zusammengesetzt. Die mehr in der Schnittebene, also transversal verlaufenden Fasern werden zu Laminae medullares und gehören dem sogenannten oberen Sehhügelstiel an. Andere Bündel, welche die ersteren durchflechten, sind quer getroffen; dieselben stellen die Fortsetzung der langen Bahnen des Fusses dar. In dem unteren Theile des Schnittes in der Regio subthalamica ist der obere Theil des rothen Kerns sichtbar. Die Breite des Balkens beträgt 3,5 cm. Der nächste Schnitt ist durch den vorderen Rand des Balkens und durch die Epiphyse geführt. In der Regio subthalamica hebt sich der rothe Kern etwas deutlicher hervor. Am medialen Rand ist das Ganglion habenulae sichtbar. Aus der grossen Masse des Thalamus opticus heben sich einzelne Kernmassen ziemlich scharf hervor. Die Laminae medullares reichen weniger weit in das Innere des Thalamus opticus. Die Höhe des Ventrikels beträgt 3,6 cm. Die Dicke des Balkens beträgt in der Mittellinie 0,4 cm; seine Hemisphärenausstrahlung ist deutlich nach oben gerichtet. Der darauf folgende Schnitt zieht unten dem Ponsrand entlang, oben durch die Mitte des vorderen Vierhügels. Der dritte Ventrikel ist hier zu einem schmalen senkrechten Spalt verengt. Das Corpus geniculatum internum erscheint eingekeilt zwischen Pulvinar und vorderen Vierhügeln. Die Fasern des Opticus treten anscheinend mit Pulvinar, vorderen Vierhügeln und Corpus geniculatum externum, wie Schiefschnitte ergeben, in Verbindung. Unterhalb der Vierhügel hat der Hirnstamm sich bereits in Fuss und Haube geschieden.

Der erste Schnitt unserer nun folgenden, mit Nigrosin gefärbten Schnittserie ist durch die hinteren Vierhügel gelegt. An der Basis erscheint er noch vor der vorderen Begrenzungslinie des Pons. Der Fuss ist stärker entwickelt als bei *Hyperoodon*, es entspricht dies wohl der relativ stärkeren Entwickelung des Kleinhirns bei *Beluga*. Die Substantia nigra ist deutlich ausgeprägt, Ausläufer ihrer Ganglienzellen lassen sich ausserordentlich weit, und zwar meist in transversaler Richtung verfolgen. Die Formatio reticularis ist reich an kleinen, wenig verästelten Zellen. Der Oculomotorius-Austritt lässt sich durch den rothen Kern hindurch verfolgen. Grosse, sternenförmige Ganglienzellen mit äusserst zahlreichen Fortsätzen finden sich im medialen Drittel der Fussregion. Auf einem folgenden Schnitt, der durch die hintersten Theile der Vierhügelregion gelegt ist, hat das sich nun scharf abhebende Trigeminus-Feld einen Durchmesser von fast 1,0 cm; gegen seine Umgebung ist es scharf durch transversale Fasern abgesetzt, woher es kommen mag, dass es sich leicht herauslöst. Die hintere Vierhügelschleife schliesst sich unten in halbmondförmigem Querschnitt an, sie verschmilzt mit dem Acusti-

cusfeld. Im Hilus ihres Querschnitts finden sich gleichfalls zahlreiche vielverzweigte, sternförmige Ganglienzellen. Eine absteigende Quintuswurzel und der Bindearm sind deutlich zu erkennen. Das hintere Längsbündel setzt sich scharf gegen die Formatio reticularis ab, dorsalwärts von demselben liegt eine mächtige Anhäufung von Ganglienzellen, welche dem Oculomotoriuskern angehört. Die Anhäufungen der Ganglienzellen setzen sich zum Theil bis in das Maschenwerk der Formatio reticularis fort. Die erwähnten sternförmigen Ganglienzellen erscheinen jetzt zahlreich auch in der ganzen Formatio reticularis. Am Seitenrand liegt das mächtige Corp. geniculatum internum.

Auf einem dritten Schnitt ist bereits das Brückensystem in seiner ganzen Mächtigkeit getroffen. Das Acusticusfeld ist am lateralen Rand der Schnitte allmählich abwärts gezogen und hat sich nach seinem ventralen und medialen Ende zu verdickt, während das dorsale und laterale Ende sich mehr und mehr auszieht. Auch das Stratum der Brückenfasern ist sehr stark entwickelt. Zahlreiche runde, wenig verzweigte Ganglienzellen sind in die ganze Brückenformation eingestreut. Im Ganzen nimmt die Brückenformation über die Hälfte der Höhe des Querschnitts ein. Eine dichte, ganz oberflächlich gelegene Schicht von Brückenfasern ohne eingestreute Ganglienzellen hebt sich auf den folgenden Schnitten mehr und mehr scharf ab. Der Verlauf der tiefen Brückenfasern ist durchaus kein durchweg paralleler. Der hintere Vierhügelarm hat sich fast völlig erschöpft.

Der folgende Schnitt ist etwa durch die Mitte der Brücke geführt. Fasern des Facialis, die zum Knie ziehen, sind bereits sichtbar. Unter dem Locus coeruleus liegen starke Anhäufungen von Ganglienzellen. Die Zellhaufen des sensiblen oder mittleren Hauptkerns des Trigeminus sind deutlich zu sehen. In der Formatio reticularis der Haube finden sich zerstreute Zellen vom Boden des Ventrikels bis zur Brücke.

Ein weiterer Schnitt fällt etwa hinter das dritte Fünftel der Brücke, die Brückenfasern nehmen nur etwas über ein Drittel der gesammten Dicke des Stammes ein. Eine mächtige, langgestreckte Schicht quergeschnittener Nervenfasern sammelt sich lateralwärts von den längsgetroffenen Brückenfasern. Es sind dies schiefgetroffene Fasern des Brückenarms. Die Schleife selbst ist schmal und gegen die Formatio reticularis noch sehr scharf abgesetzt. Zwischen dem eben erwähnten Faserquerschnitt und ihr liegt der Facialishauptkern. Der Abducenskern giebt bereits spärliche Abducensfasern ventralwärts ab. Trigeminusfasern ziehen noch immer in dichten Massen schräg aus der Trigeminuskernregion ventralwärts und lateralwärts.

Der folgende Schnitt fällt etwa hinter das dritte Viertel des Pons, als mächtigstes Gebilde imponirt hier die Facialiswurzel. Ein Sulcus lateralwärts vom Facialisknie ist über 1 mm tief. Lateralwärts vom aufsteigenden Facialisschenkel, medialwärts vom absteigenden Theil des Brückenschenkels und dem reticulirten Acusticusfelde liegt als ein circa 1 cm langes Gebildes von ovalem Querschnitt die vorhin als Trigeminusfeld beschriebene Fasermasse. In etwas weiter hinten gelegenen Ebenen auf den folgenden Schnitten stellt sich das Oval dieses Querschnitts in seiner Längsaxe fast genau dorsoventral ein. Lateralwärts schliesst sich unmittelbar das Acusticusfeld in mächtiger Ausdehnung ähnlich wie bei *Hyperoodon* an. Das Trigeminusfeld verkleinert sich jetzt stark. In der Brückenformation fällt der sehr unregelmässige Verlauf der Querfasern auf. Die Schleife selbst bleibt ein schmales, wenig umfangreiches Gebilde. Der Uebergang von Brückenfasern in die Schleife scheint ab und zu vorzukommen. Fasern, die aus dem Facialiskern zur Mittellinie ziehen, sind mit Sicherheit nicht wahrzunehmen.

Auf einem Schnitt, der etwa hinter das vierte Fünftel des Pons fällt, hat sich mit einem Schlage das Bild verändert. Da die Brückenfasern bei ihrem Zutritt zum Hirnstamm einen etwas nach hinten gerichteten Verlauf haben, tritt dorsolateralwärts von dem ovalen Trigeminus-Querschnitt, der jetzt im

Wesentlichen auf die sog. aufsteigende Wurzel reducirt ist, das reticulirte Feld, welches von Ganglienzellen durchsät wird, frei an den lateralen Rand des Stammes. Sobald dasselbe an dieser Stelle sich befindet, tritt in der Breite von $^3/_4$ cm die mächtige Masse der Acusticusfasern zu demselben, und die weitere Verfolgung auf den nächsten Schnitten ergiebt thatsächlich, dass der mehr erwähnte Querschnitt sich ganz und ausschliesslich aus solchen eintretenden Acusticusfasern bildet. Eine andere Verbindung dieses Querschnitts ist nicht vorhanden. Wohl aber scheint sich ein Theil der Acusticusfasern dem Strickkörper zuzustellen. Es ist nämlich zugleich im lateralen Theil der dorsalen Hälfte des Stammes das Corpus restiforme aufgetreten. Dasselbe liegt der absteigenden Trigeminuswurzel aussen an. In einer Ebene am hinteren Ende des Pons hat der eintretende Acusticus fast die Dicke von 1 cm. Ein vorderer Acusticuskern ist nur sehr schwach entwickelt, hingegen lässt sich jetzt eine tiefe und eine oberflächliche Acusticuswurzel sehr deutlich unterscheiden. Die letztere zieht im Bogen über Corpus restiforme und Quintuswurzel hinweg. Die sogenannten Acusticuskerne haben eine im Verhältniss zum Acusticus geringe Entwicklung. Eine Ganglienzellenmasse medialwärts vom Hilus der Quintuswurzel giebt Quintusfasern den Ursprung. Reste der oberen Olive treten noch im dorsalen Theil der Brückenformation auf. Das hintere Längsbündel verliert seine scharfe Trennung gegen die Formatio reticularis. Die Erschöpfung desselben beginnt etwa in der Mitte der Brücke.

Knapp 1 mm hinter dem Beginn der Oblongata tritt am Boden der Rautengrube neben dem Sulcus longitudinalis posterior der Hypoglossuskern auf; absteigende Fasern lassen sich bereits durch den ganzen Querschnitt verfolgen. Als Olive (Oliva inferior) bezeichnen wir hier die laterale mit deutlichem Hilus versehene Ganglienzellenmasse, welche an der Oberfläche eine deutliche Vorwölbung hervorbringt. Der Hilus öffnet sich dorsomedialwärts. Die Fältelung des Olivenblatts ist gering. Der untere und zugleich mediale Schenkel ist schmäler, der obere laterale breiter und kürzer. Dorsomedialwärts vom letzteren liegt die äussere Nebenolive. Die gewaltige, compacte graue Masse, welche medialwärts von der Olive liegt und die Raphe fast berührt, ist eine speciell *Beluga* eigenthümliche Bildung. Spitzka bildet für *Tursiops tursio* Aehnliches ab. In ihrer Lage entspricht sie der Oliva accessoria anterior am meisten. Sie bildet eine dreieckige Masse: die mediale Fläche ist der Raphe parallel, die kurze basale convex vorgewölbt, die laterale entsprechend dem unteren Schenkel der Oliva inferior leicht concav eingebogen. Bei *Hyperoodon* ist diese Masse gleichfalls vorhanden, jedoch entsprechend der überwiegenden Breitenentwicklung der Oblongata weniger hoch als breit. Hingegen fehlt bei *Hyperoodon* ein sicheres Analogon des lateralen bei *Beluga* von uns als Oliva inferior bezeichneten grauen Blattes. Wir möchten annehmen, dass bei *Hyperoodon* eine theilweise Verschmelzung der vorderen Nebenolive und der Hauptolive stattgefunden hat. Dementsprechend haben wir den kegelförmigen grauen Körper daselbst als Oliva inferior bezeichnet [1]). Die Faserverbindungen unserer Oliva access. ant. bei *Beluga*, also der grossen medialen Masse, scheinen durchweg dieselben zu sein wie die der Oliva inferior selbst. Ein Stratum zonale derselben ist sehr deutlich entwickelt. Der Pyramidenquerschnitt ist sehr klein, ohne jedoch, wie Spitzka angiebt, ganz zu fehlen. Die aufsteigende Trigeminuswurzel liegt erheblich weiter dorsalwärts am Lateralrand als bei *Hyperoodon*. Die beiden Vagus-Kerne und die gemeinsame Wurzel des gemischten Systems (Solitär-, Respirationsbündel) verhalten sich wie bei *Hyperoodon*; letztere zerfällt nicht so deutlich in Segmente. Das seitliche motorische Feld ist erheblich schmäler. Kleinhirn-Seitenstrangsbahnen und aberrirende Seitenstrangsbündel treten in den lateralen Partieen auf. Auch die Anfänge des Seitenstrangskerns sind sichtbar. Lateralwärts von den Acusticus-Kernen ent-

1) Vergl. Stieda, l. c. S. 397. Sein Nucleus basalis scheint Oliva inf. und vordere Nebenolive zu umfassen.

wickeln sich die Hinterstrangskerne. Die Ganglienzellen der Olive sind meist bläschenförmig und wenig verzweigt. Die Formatio reticularis ist namentlich in den dorsalen Partieen äusserst schmal. Die Raphe ist dick und enthält ziemlich zahlreiche Ganglienzellen. Das seitliche motorische und seitliche sensible Feld ist von äusserst zahlreichen Maschen grauer Substanz, in welche Ganglienzellen eingelagert sind, durchzogen. Die seitliche Olive zieht sich in den folgenden Schnitten mehr und mehr zu einer schmalen Schleife aus. Die aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems giebt seitwärts Glossopharyngeusfasern ab. Noch immer treten zahlreiche Fibrae arcuatae internae durch das seitliche motorische Feld hindurch und nehmen einen zum Hilus der gekreuzten Olive gerichteten Verlauf. Parallel der Zunahme dieser Fibrae arcuatae internae geht einerseits die Erschöpfung des Corpus restiforme, andererseits die Zunahme der Hinterstränge. In der Mitte der Olivenhöhe sind die beiden Blätter der seitlichen Olive zu einem einzigen verschmolzen. Die grauen Massen im Hilus der Quintuswurzel sind hier besonders stark, auch am äusseren Rande fehlen sie nicht. Die Glossopharyngeusfasern treten durch die Quintuswurzel, die Vagusfasern ziehen in geknicktem Verlauf vor derselben vorüber. Das Corpus restiforme ist nach Art einer Haube der Quintuswurzel aufgesetzt. Der sog. äussere Acusticuskern ist deutlich vorhanden. Dem Anschein nach treten auch Fasern aus der Olive in die Seitenstrangsanlage über. Die frühere scharfe Abgrenzung des mittleren und seitlichen motorischen Feldes hört in den folgenden Schnittebenen auf. Das Corpus restiforme hat sich fast erschöpft. Im untersten Drittel der Olive erreicht der Hypoglossusursprung seine grösste Mächtigkeit. Die Kernmasse des Hypoglossus nimmt fast ein Drittel der dorsalen Begrenzungslinie des Stammes ein. Am lateralen Rand der Quintuswurzel ziehen längsgetroffene Fasern vom hinteren Kleinhirnschenkel in die Anlage der Kleinhirn-Seitenstrangsbahn. Zahlreiche Kreuzungen finden in der Mittellinie statt. Namentlich ziehen Bogenfasern aus der Schleife zur Formation der Hinterstränge über die Mittellinie. Die Pyramidenkreuzung ist noch schwächer als die Schleifenkreuzung. Von den Hinterstrangskernen ist der mediale wiederum auffällig schwach. Die Mächtigkeit der Seitenstrangsreste, sowie der Vorderstrangsgrundbündel verdient auch hier wieder hervorgehoben zu werden.

Damit sind wir bei der Formation des Rückenmarks, welche mit der von *Hyperoodon* wesentlich übereinstimmt, angelang. Die Abweichungen von dem Faserverlauf bei *Hyperoodon* sind bereits im Einzelnen erwähnt worden. Dieselben lassen sich grösstentheils auf die relativ mächtige Entwicklung des Kleinhirns bei *Beluga* zurückführen. Im Uebrigen gelten die allgemeinen Schlüsse, wie wir sie für den Faserverlauf des Gehirns von *Hyperoodon* aufgestellt haben, im Wesentlichen auch für den Faserverlauf des *Beluga*-Gehirns. Wir wissen wohl, welchen Irrthümern die rein anatomische Untersuchung des Faserverlaufs an Schnittserien ausgesetzt ist. Die Anwendung einer anderen Methode für das Walgehirn erscheint jedoch für absehbare Zeit völlig ausgeschlossen. Wir haben daher den Versuch einer Darstellung auch dieser Verhältnisse des Walgehirns nicht unterlassen zu dürfen gemeint und durch Vergleichung mehrerer Serien, die z. Th. unter wechselndem Winkel zur centralen Achse angelegt wurden, und durch Verzicht auf die feinsten Details des Faserverlaufs Irrthümer zu vermeiden gehofft.

II. Vergleichender Theil.

A) Vergleichung der Cetaceengehirne unter einander.

Der folgende Abschnitt enthält eine schematische Zusammenstellung der bis jetzt bekannten Befunde an Cetaceen-Gehirnen, mit specieller Berücksichtigung der Oberflächenconfiguration, indem für eine vergleichende Darstellung des Faserverlaufs von unseren Vorgängern Material überhaupt nicht geliefert worden ist.

In drei Rubriken geordnet, sollen die einzelnen characteristischen Merkmale der Reihe nach verglichen werden. Die erste Rubrik enthält die hauptsächlichsten Angaben über das Gehirn der Bartenwale, wie sie von Leuret, Eschricht, Beauregard und besonders Guldberg gemacht worden sind. In der zweiten Reihe haben wir die Gruppe der Physeteriden, gesondert von den übrigen Odontoceten, behandelt. Es sind hier fast ausschliesslich unsere eigenen Angaben über das Gehirn des *Hyperoodon rostratus*, welche zu Grunde gelegt wurden. Die übrigen Odontoceten sind in einer dritten Rubrik vereinigt, besondere Berücksichtigung fand darin neben Guldberg's Angaben über das *Phocaena*-Gehirn, sowie einigen in der Literatur zerstreut vorhandenen Bemerkungen anderer Autoren, unsere eigene Untersuchung über das Gehirn der *Beluga leucas*.

Im Interesse der Uebersichtlichkeit musste hier und da von weiteren Ausführungen Abstand genommen werden, wir glauben indes in dieser Beziehung auf unsere vorausgehenden Specialarbeiten hinweisen zu können.

	Mystacoceti.	**Physeteridae.**	**Odontoceti.**
Allgemeine Form des Gehirns.	Zweilappig. Bei allen Bartenwalen fallen die Vorderlappen gegen die hinteren Partieen wenig ab. Die Vorderlappen sind vorn unten nicht wesentlich abgestumpft, aber auch nicht vorgewölbt. Form des Gehirns bei *Balaenoptera musculus*: nicht ganz regelmässig kreisförmig, vorn etwas spitz zulaufend. Asymmetrisch. Bei *Balaenoptera Sibbaldii* und *borealis* sowie bei *Megaptera boops* fehlt diese Asymmetrie; bei *Balaenoptera Sibbaldii* ist noch besonders zu bemerken, dass die Form mehr oval und vorn noch spitzer ist. Diese letztere Form stimmt also mehr mit *Balaenoptera musculus* überein.	*Hyperoodon rostratus*: die Zweilappigkeit ist wenig ausgesprochen. Kreisförmige, fast quadratische Form. Die Vorderlappen sind ziemlich stark entwickelt, unten vorn vorgewölbt, wodurch eine Fossa anterior superior entsteht.	*Phocaena communis*: Vorderlappen stark reducirt. Form enquergestelltes Oval. Keine bie merkbare Asymmetrie (?). *Beluga leucas*: Vorderlappen ziemlich stark entwickelt. Die ganze Form ist annähernd sechseckig. Wie bei *Phocaena* die vordersten basalen Theile des Vorderlappens fehlend. Symmetrisch. *Kogia Grayi* (Haswell) [1]: allgemeine Form der Grosshirnhemisphären nierenförmig, Hilus nach hinten gekehrt.

1) W. A. Haswell: On the brain of Gray's Whale (Kogia Grayi). Proceed. of the Linn. Soc. of New South Wales. Vol. VIII. 1883.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
Absolut. Gewicht.	*Balaenoptera Sibbaldii*: 3000 gr (Beauregard). *Balaena mysticetus*: 2612 gr (Rudolphi). *Balaenoptera rostrata*: 2312 gr (Hunter), 1715 gr (Knox). *Megaptera boops*: 3531 gr (Eschricht). *Balaenoptera musculus*: 3636 gr (Guldberg), 4673 gr (Guldberg).	*Hyperoodon rostratus* (mit Hüllen): 2780 gr (Kükenthal u. Ziehen), grösseres Gehirn, ohne Hüllen, die Oblongata dicht hinter dem Corpus trapezoides abgeschnitten: 2740 gr (K. u. Z.).	*Delphinus delphis*: 700 gr (Rapp) [1] *Kogia Grayi*: 454 gr (Haswell). *Globiocephalus melas*: 2405 gr (Murie). *Beluga leucas*: 1746 gr (Unger). Ohne Hüllen 1690 gr (K. u. Z.).
Relatives Hirngewicht.	*Megaptera*: $^1/_{12000}$ des gesammten Körpergewichts (Eschricht). *Balaena mysticetus*: $^1/_{25000}$ (Eschricht). *Balaenoptera musculus*: $^1/_{14000}$ (Guldberg).		*Delphinus* (spec.?): $^1/_{39}$: $^1/_{102}$ (Leuret). *Phocaena communis*: $^1/_{93}$ (Leuret). *Globiocephalus melas*: $^1/_{400}$ (Murie).
Grössenmaasse.	*Balaenoptera Sibbaldii*: (Guldberg) 300 mm Länge, 237 mm Breite, 121 mm Höhe. Verhältniss von Länge zu Breite 1,265 : 1. *Balaenoptera musculus*: (Guldberg) 282 mm Länge, 294 mm Breite, 121—125 mm Höhe. Verhältniss von Länge zu Breite 0,959 : 1. *Megaptera boops*: (Eschricht) 230 mm Länge, 189 mm Breite, 164 mm Höhe. Verhältniss von Länge zu Breite 1,217 : 1. *Balaena mysticetus*: (Leuret) 172 mm Länge, 200 mm Breite. Verhältniss von Länge zu Breite 0,86 : 1. *Balaena mysticetus*: (Gervais) [3] 190 mm Länge, 215 mm Breite. *Balaena australis*: (Gervais) 180 mm Länge, 200 mm Breite. *Balaenoptera Sibbaldii*: (Gervais) 270 mm Länge, 245 mm Breite. *Balaenoptera rostrata*: (Gervais) 165 mm Länge, 170 mm Breite. *Megaptera boops*: (Gervais) 200 mm Länge, 185 mm Breite.	*Hyperoodon rostratus*: (K. u. Z.) 170 mm Länge, 210 mm Breite, 133 mm Höhe. Verhältniss von Länge zu Breite 0,809 : 1. Der Güte des Herrn Dr. Schauinsland, Director des städtischen Museums in Bremen, verdanken wir eine Reihe photographischer Aufnahmen eines Schädelausgusses von *Hyperoodon*, sowie folgende Zahlenangaben: 215 mm Länge vom Dural-Austritt des Nervi optici bis zum Beginn der Medulla oblongata, 265 mm grösste Breite, 220 mm Höhe, in der Gegend der Hypophysis gemessen.	*Beluga leucas*: (K. u. Z.) 122 mm Länge, 177 mm Breite, 121 mm Höhe. Verhältniss von Länge zu Breite 0,689 : 1. *Delphinus delphis*: (Serres) [2] 95 mm Länge, 58,5 mm Breite, 82 mm Höhe. *Delphinus delphis* Marsouin: (Serres) 96 mm Länge, 66,5 mm Breite, 50 mm Höhe. *Kogia Grayi*: (Haswell) 6,5 inches Länge, wovon 4,25 inches auf die Grosshirnhemisphären kommen.

1) W. Rapp: Die Cetaceen, zoologisch-anatomisch dargestellt. Stuttgart u. Tübingen 1837. S. 116.
2) Serres: Anatomie comparée du cerveau, dans les quatres classes des animaux vertebrés. Paris 1826. Tome II. p. 589.
3) Die Angaben von Gervais (Remarques sur l'anatomie des Cétacés de la division des Balénidés par Paul Gervais, Nouv. Arch. du Musée d'Hist. nat. de Paris. Tome VII. 1871) sind für das Gehirn etwas zu gross, da sie der Schädelhöhle entnommen sind.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	Balaenoptera Sibbaldii: (Beauregard) 205 mm Länge, 240 mm Breite. Verhältniss von Länge zu Breite 0,85 : 1. Im Allgemeinen ist die Breite wenig grösser als die Länge.		
Räumliches Verhältn. v. Grosshirn zu Kleinhirn.	*Balaenoptera musculus*: $^1/_3$ bis $^1/_4$ des Kleinhirns ist vom Grosshirn bedeckt (Guldberg). *Balaenoptera Sibbaldii*: das Kleinhirn ist freiliegend (Beauregard).	*Hyperoodon rostratus*: kaum $^1/_5$ des Kleinhirns ist vom Grosshirn bedeckt (K. u. Z.).	*Beluga leucas*: Kleinhirn fast völlig frei. *Phocaena communis*: $^1/_3$ des Kleinhirns ist bedeckt.
Gewichtsverhältniss von Kleinhirn zu Grosshirn.	*Balaenoptera musculus*: (Guldberg) 1 : 3.		*Beluga leucas*: 1 : 4,3. (K. u. Z.)
Grössenverhältniss einer Grosshirnhemisphäre zum Kleinhirn.	*Balaenoptera Sibbaldii*: (Guldberg) Länge 245 : 112 oder 300 : 220, Breite 121 : 180 oder 165 : 215. *Balaenoptera musculus*: (Guldberg) Länge 222 : 106, Breite 147 : 187, Höhe 125 : 94. *Megaptera boops*: (Eschricht) Länge 156 : 112, Breite 189 : 179, Höhe 164 : 122.	*Hyperoodon rostratus*: (K. u. Z.) Länge 157 : 60, Breite 105 : 127.	*Beluga leucas*: (K. u. Z.). Länge 162 : 59, Breite 88,5 : 129.
Breite des freiliegenden Corpus trapezoides.	*Balaenoptera rostrata*: (Serres u. Gratiolet) nur einige transversal verlaufende Fasern; desgleichen bei *Balaenoptera Sibbaldii* (Beauregard und ebenso Guldberg).	*Hyperoodon rostratus*: nichts freiliegend.	*Beluga leucas*: das Corpus trapezoides liegt in einer Länge von 0,6 cm frei.
Längsdurchmesser des Pons.	*Balaenoptera musculus*: (Guldberg) 41,5 mm. *Balaena mysticetus*: (Leuret) 39 mm.	*Hyperoodon rostratus*: auf der Basis 35 mm.	*Beluga leucas*: auf der Basis 33 mm. *Kogia Grayi*: (Haswell) $^3/_{10}$ inches. Breite ungefähr 1 inch.
Länge des Bulbus olivae.	*Balaenoptera rostrata*: (Serres u. Gratiolet) Oliven an der Oberfläche nicht sichtbar, ebenso bei *Balaenoptera Sibbaldii* (Guldberg).	*Hyperoodon rostratus*: Breite der Oliven 1,4 cm, Länge derselben 1,6 cm.	*Delphinus* (spec.?): (Guldberg) Oliven nicht sichtbar. *Beluga leucas*: Olive 1,7 cm lang, 1 cm breit. *Kogia Grayi*: (Haswell) gross, aber nicht so prominent wie bei *Delphinus Fosteri*.
Fissura Sylvii.	*Megaptera boops*: Ursprung vorn aus der Fissura rhinalis anterior. Der Haupttheil bildet die obere Begrenzung des Inseldreiecks. Entwicklung eines Fortsatzes aus der Spitze des Dreiecks nach hinten oben, daher 3 Aeste; Ramus anterior, posterior inferior, posterior superior.	*Hyperoodon rostratus*: die aus der Tiefe der Fossa vorn hervortretende Fissura circularis externa (und F. rhinalis ant.) mit ihren parallelen Seitenästen stellt scheinbar einen vorderen Ast der Fiss. Sylvii dar. Vom Ende des Hauptastes gehen 4—5 Radiärfurchen ab. Das hintere Ende der Fiss. circularis externa liegt nicht frei, eine Verbindung mit der F. rhinalis post. fehlt.	*Beluga leucas*: drei Aeste. Ein vorderer Ast ist scheinbar in der F. circularis externa (und rhinalis ant.) gegeben. Die eigentliche Fissura Sylvii (Ramus posterior superior) ist 2 cm lang und zerfällt strahlenförmig in 5 Nebenfurchen.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	Balaenoptera musculus: ebenfalls drei Aeste. Der Ramus anterior geht in die F. rhinalis anterior über und communicirt indirect mit dem Sulcus olfactorius. Der Ramus posterior inferior bildet mit dem Ramus anterior einen sehr spitzen Winkel. Ramus posterior superior entspringt an der Spitze des Inseldreiecks und ist bei *Balaenoptera musculus* kurz, bei *Balaenoptera borealis* länger.		
Fissura ectosylvia.	Bei *Megaptera boops* (Embryo) zerfällt diese Fissur in drei Theile, deren jeder mit seinem Vorderende gerade unter dem Hinterende des vorangehenden Theils einsetzt. *Balaenoptera musculus*: mittlerer und hinterer Theil verschmolzen zu einer F. ectosylvia posterior, vorderer Theil auf einer Hemisphäre durch eine Brücke von der F. medio-postica getrennt. Seichte Uebergangsfurche zur F. coronalis. Bei *Balaenoptera musculus* und *borealis* findet sich zuweilen noch eine Parallelfurche zur F. ectosylvia.	*Hyperoodon rostratus*: die F. ectosylvia erreicht die Basalfläche vorn nicht und ist nicht in einzelne Theile zu trennen. Der hintere Schenkel kehrt zur Sylvischen Furche zurück, die Furche nimmt nach hinten etwas an Tiefe ab. Eine Ueberbrückung kommt rechts einmal vor.	*Phocaena communis*: angeblich ausnahmsweise eine Spaltung der F. ectosylvia in einen vorderen und hinteren Theil. Der letztere communicirt hinten mit der *F. suprasylvia.* *Beluga leucas*: Alle drei Theile sind verschmolzen. Eine Parallelfurche zum mittleren Theil ist vorhanden.
Fissura ectolateralis.	*Balaenoptera musculus*: nicht constant. Zwischen F. suprasylvia und F. lateralis auf dem basalen Theile des Schläfenlappens beginnend und bis etwa in die Mitte des Gyrus suprasylvius ziehend.	*Hyperoodon rostratus*: eine F. ectolateralis ist nicht deutlich zu constatiren.	*Beluga leucas*: die F. ectolateralis ist stets ausgebildet, tief, bis zum Scheitel des Gehirns reichend, variabel in die F. suprasylvia einmündend. Auf die Basis des Schläfenlappens nicht stets sicher zu verfolgen. Bei *Phocaena communis* scheint sie nach Guldberg zu fehlen.
Fissura rhinalis anterior.	*Megaptera boops*, Fötus (Guldberg): Die F. rhinalis anterior communicirt mit dem Ramus anterior der Insel.	*Hyperoodon rostratus*: die Fissur steht vorn oft mit der F. olfactoria in Zusammenhang und communicirt mit der Fissura circularis externa.	*Beluga leucas*: die F. rhinalis anterior und die Fissura circularis externa communiciren nicht stets, entspringen aber sehr nahe bei einander. *Delphinus* (Broca): nach Broca's Zeichnung dürfte eine der transversal oder schräg medialwärts von der „Scissure de Rolando" verlaufenden Furchen als F. rhinalis anterior anzusehen sein.
Fissura rhinalis posterior.	*Megaptera boops*, Fötus (Guldberg): angeblich identisch mit dem unteren Ende der F. splenialis, aber ohne Communication mit der Pars temporalis der letzteren.	*Hyperoodon rostratus*: communicirt mit der F. splenialis.	*Phocaena communis* (Guldberg, Broca): es besteht eine oberflächliche Uebergangswindung zwischen F. rhinalis posterior und F. splenialis.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	Balaenoptera musculus (Guldberg): die F. rhinalis posterior communicirt oft mit der F. splenialis, hingegen nicht mit dem Ramus posterior der F. Sylvii. Bei einem andern Exemplar fehlt auch die Communication der F. rhin. posterior mit der F. splenialis, desgleichen bei einem fötalen Gehirne von *Balaenoptera Sibbaldii* (Guldberg und Beauregard). Bei *Balaenoptera borealis* verbindet sich die F. rhin. posterior mit der F. hippocampi durch einen kleinen Sulcus (Guldberg).		*Beluga leucas*: die F. rhinalis posterior communicirt mit dem temporalen Ende der F. splenialis. Das Ursprungsgebiet der F. ectosylvia und suprasylvia bleibt weit entfernt von der F. rhinalis posterior. *Delphinus* (Broca): zwischen F. rhinalis posterior und F. splenialis liegt eine versteckte Uebergangswindung.
Fissura suprasylvia.	*Megaptera boops*, Fötus (Guldberg): die F. suprasylvia ist nur im vorderen Theile ausgebildet (?). Zwischen F. suprasylvia und ectosylvia eine seichte, parallele Furche. *Balaenoptera musculus:* Die F. suprasylvia entspringt dicht neben der F. rhinalis posterior, ist zweimal stark geknickt, in der Mitte am tiefsten und communicirt mit der F. coronalis. *Balaenoptera borealis:* es findet sich auch eine medial gelegene Parallelfurche zur F. suprasylvia.	*Hyperoodon rostratus*: die F. suprasylvia geht vorn in die F. lateralis über. Eine Ueberbrückung kommt rechts vor. In der Mitte des Verlaufs mehrmals Bildung einer scharf abgegrenzten Insel.	*Phocaena communis*: in der Mitte zwischen Hemisphärenrand und Fossa Sylvii als Fissura suprasylvia posterior sive postsylvia bis auf die Rückseite der Temporalpartie verlaufend. Hier ist diese Furche seicht und unregelmässig. Eine Communication mit der F. ectosylvia media ist vorhanden. Eine laterale Parallelfurche ist angedeutet (siehe Tafel IV Fig. 1 in Guldberg's Arbeit). *Beluga leucas*: mehrfache Communicationen der F. suprasylvia an der Basalfläche des Stirnhirns mit dem Furchensystem der F. praesylvia und ectosylvia anterior, zum Theil auch lateralis. Auf der Basalfläche des Temporallappens ist sie nicht mit Sicherheit bis in die Nähe der F. rhinalis posterior zu verfolgen. Hinten ist die Furche am tiefsten. Eine laterale Parallelfurche ist vorhanden, namentlich hinten (= F. ectolateralis).
Fissura coronalis.	*Balaenoptera musculus* (Guldberg): sehr seichter Beginn auf der Basalfläche des Vorderhirns. Communication mit der F. suprasylvia. Die von Guldberg im Text erwähnte trennende Querwindung existirt in der Zeichnung nicht (siehe Guldberg Tafel IV Fig. 5).	*Hyperoodon rostratus*: beginnt in der Fortsetzung der F. suprasylvia, durch einige kleine Querwindungen von ihr getrennt. Mündet in die F. ectosylvia. Oft sehr wenig deutlich ausgeprägt.	*Phocaena communis* (Guldberg): beginnt vorn in der Nähe der F. Sylvii und communicirt meist mit der F. lateralis. Auf Tafel IV Fig. 2 von Guldberg's Arbeit communicirt die F. coronalis sowohl mit der F. lateralis wie suprasylvia. *Beluga leucas*: schwach ausgeprägt. Untergeordnete Communicationen mit der F. suprasylvia und ectosylvia.
Fissura lateralis.	*Balaenoptera musculus* (Guldberg): constanter Beginn auf der Basalfläche des Temporallappens. Vorn auf der rechten	*Hyperoodon rostratus*: erreicht die Basalfläche nicht, communicirt zuweilen mit der Fiss. suprasylvia und praesylvia.	*Phocaena communis*: die F. lateralis erscheint constant auf der Basalfläche, communicirt mit der F. coronalis.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	Hemisphäre Spaltung in einen mit der F. praesylvia sich vereinigenden Ast und einen der F. coronalis sich nähernden; auf der linken Hemisphäre vereinigt sich der mediale Ast nicht mit der F. praesylvia, sondern nähert sich ihr nur. Der laterale Ast ist als F. ansata zu bezeichnen. Bei *Balaenoptera borealis* erstreckt sich die Furche länger nach vorn als bei *Balaenoptera musculus* (Guldberg).		*Beluga leucas*: entspringt hinten mit zwei Aesten, erreicht die Vorderfläche meist nicht.
Fissura praesylvia.	*Balaenoptera musculus* (Guldberg): die F. praesylvia ist nicht tief, entspringt mitten auf der Unterfläche der Frontalpartie, communicirt auf der rechten Hemisphäre mit dem medialen Endast der F. lateralis und schneidet nur mit einem Nebenast in den Medianrand ein. Auf der linken Hemisphäre schneidet sie in den Medianrand ein und setzt sich auf der Medialfläche noch ein Stück fort, communicirt indessen mit der F. lateralis nicht.	*Hyperoodon rostratus*: die F. praesylvia läuft dem Sulcus olfactorius parallel und ist in ihrem Verlaufe sehr variabel. In ihrem hinteren Ursprung liegt sie dem vorderen Ende der Fissura rhinalis anterior nahe und biegt in den Medialrand nach einem Verlaufe von 8,6 cm ein. Oefters, namentlich rechts, ist sie überbrückt. Zuweilen fällt sie mit dem Sulcus olfactorius sammen, respective scheint denselben fortzusetzen. Zuweilen ist der Einschnitt sehr seicht.	*Phocaena communis*: die F. praesylvia beginnt auf der Basalfläche in der Nähe des Ramus anterior der F. Sylvii und schneidet bisweilen in den Medialrand ein. Tief. Communicirt nicht mit dem Sulcus confinis nach Guldberg's Fig. 3 Tafel IV. *Delphinus* (Broca): die F. praesylvia („Sciss. de Rolando") entspringt aus unserer F. circularis externa. *Beluga leucas*: zuweilen eine Communication mit dem Sulcus olfactorius, schneidet in den Medianrand ein, verläuft aber nicht in längerer Ausdehnung auf der Medianfläche. Kein Uebergang in die Fissura confinis oder die F. lateralis. Tief namentlich vorn oben. Communicirt mit den vorderen Parallelästen des Ramus anterior F. Sylvii.
Fissura olfactoria.	*Balaenoptera musculus* (Guldberg): stets vorhanden, stets mit der F. rhinalis anterior in Communication.	*Hyperoodon rostratus*: schwach ausgeprägt, indessen stets auffindbar, communicirt oft mit der F. rhinalis anterior, zuweilen mit der F. praesylvia.	*Phocaena communis*: fehlt. *Beluga leucas*: ziemlich lang. Communicationen mit der F. praesylvia, ferner stets mit der F. rhinalis anterior.
Fissura confinis.	*Balaenoptera musculus*: zuweilen unterbrochen, Ursprung auf der Hinterfläche des Gehirns. Verlauf durchaus auf der medialen Fläche.	*Hyperoodon rostratus*: deutlich nicht zu entdecken.	*Beluga leucas*: vielfach unterbrochen, nicht deutlich. *Phocaena communis*: fehlt auf Leuret's Zeichnung des *Phocaena*-Gehirns, beginnt auf der Temporalpartie, hier zuweilen mit der F. splenialis verbunden. Endet in der Nähe der F. praesylvia und biegt oft auf die Medialfläche über.
Fissura suprasplenialis.	*Balaenoptera musculus*: ziemlich tief auf der medianen Fläche liegend, erst vorn in den medianen Rand einschneidend.	*Hyperoodon rostratus*: fehlt.	*Beluga leucas*: deutlich. Sehr hoch auf der medianen Fläche gelegen. Vorn der F. praesylvia sich sehr nähernd, hier auf die Convexität überbiegend.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	Megaptera boops: etwas höher auf der medianen Fläche liegend, früher in den medianen Rand einschneidend. *Balaenoptera Sibbaldii, musculus* und *borealis*: ausserordentlich tief.		*Phocaena communis*: anscheinend nach Guldberg (siehe Tafel IV Fig. 4) nicht vorhanden.
Fissura splenialis.	*Balaenoptera musculus*: durch eine Uebergangswindung im temporalen Theil unterbrochen. Vorn den Medianrand nirgends erreichend, oft mit der F. rhinalis posterior communicirend. Bei *Balaenoptera Sibbaldii* (Beauregard), auch Fötus (Guldberg), ferner bei *Megaptera boops*, Fötus (Guldberg) findet sich keine Verbindung von F. splenialis und F. rhinalis posterior. Bei *Megaptera boops* ist auch eine Uebergangswindung zwischen Pars subparietalis und Pars temporalis.	*Hyperoodon rostratus*: in der Mitte am tiefsten, von der medianen Mantelkante ziemlich weit abstehend, namentlich hinten der Fiss. corporis callosi sich sehr nähernd. Keine Parallelfurche ausser der F. sublimbica. Die F. splenialis giebt 9—10 radiär verlaufenden, secundären Furchen den Ursprung, welche zur F. lateralis ziehen, ohne dieselbe zu erreichen. Hinten von der F. hippocampi nur durch einen sehr schmalen Windungsstreifen getrennt. Erreicht das vordere Ende des Schläfenlappens und die Basalfläche und communicirt hier mit der F. rhinalis posterior.	*Beluga leucas*: pars subfrontalis fast fehlend; dem Medialrand nähert sich vorn die Furche und hängt hinten ziemlich deutlich mit der F. rhinalis posterior zusammen. *Phocaena communis*: bisweilen auf der Basalfläche sichtbar. Nähert sich vorn dem Medialrand und schneidet bisweilen auch in ihn ein. Eine Pars subfrontalis fehlt. Communicationen mit der F. rhinalis posterior vorhanden. *Delphinus* (Broca): In grossem Bogen bis tief in den Frontallappen ziehend.
Fissura sublimbica.	*Megaptera boops*: die F. sublimbica ist stark entwickelt. *Balaenoptera musculus* und *Sibbaldii*: deutlich, namentlich über Splenium und Genu.	*Hyperoodon rostratus*: deutlich erkennbar, parallel der F. corporis callosi und der F. splenialis, hört hinten vor dem Splenium corporis callosi auf, macht vorn den Bogen und das Balkenknie mit. Dieser vordere Theil könnte als Sulcus genualis bezeichnet werden.	*Beluga leucas:* fehlt. *Phocaena communis*: schwach entwickelt.
Fissura genualis.	*Megaptera boops*, Fötus: nicht angegeben. *Balaenoptera musculus*: nach Guldberg's Beschreibung und Zeichnungen anscheinend nicht vorhanden.	*Hyperoodon rostratus*: als abgesetzte Furche nicht vorhanden, sondern nur als vorderer Theil der F. sublimbica.	*Phocaena communis*: deutlich.
Fissura corporis callosi und hippocampi.	*Balaenoptera borealis*: Communication mit der F. rhinalis posterior.	*Hyperoodon rostratus*: hinten der F. splenialis stark genähert.	*Beluga leucas*: wie bei *Hyperoodon.*
Fissura circularis interna.	Bei *Megaptera boops* wie anderen Bartenwalen trennt diese Fissur die Lamina perforata und die Insel.	*Hyperoodon rostratus*: begrenzt den vorderen und seitlichen Rand der Lamina perforata ant.	*Beluga leucas*: parallel dem vorderen Ast der F. Sylvii. Ende am Limen insulae.
Fissura circularis externa.		*Hyperoodon rostratus*: aussen die Insel umziehend, vorn mit der F. rhinalis anterior zusammenhängend.	*Beluga leucas*: wie bei *Hyperoodon.*
Form des Kleinhirns.	*Megaptera boops*, Fötus (Guldberg): der Wurm ist in sagittaler Richtung kürzer als die Hemisphären. Im Unterwurm	*Hyperoodon rostratus*: der Wurm ist scharf abgesetzt. Im Arbor vitae finden sich 10 Hauptäste. Lingula nicht auffindbar.	*Beluga leucas*: der Wurm ist sehr schmal, gegen die Hemisphären scharf abgesetzt. Im Arbar vitae finden sich 8 Radiär-

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	ist nur der Nodulus deutlich entwickelt. Der Oberwurm zerfällt in drei Theile. Der Lobus anterior ist in zwei Theile geschieden, deren jeder wieder in fünf. Der Lobus medius zerfällt in zwei Theile, der Lobus posterior in drei. Lingula fehlt. Beide Hauptfissuren verlaufen concav nach aussen und vorn. Die Seitentheile des Lobus posterior überwiegen, sie werden getheilt durch die Fissura horizontalis magna. *Balaenoptera musculus* (Guldberg): namentlich die Hemisphären sind breit entwickelt. Incisura marginalis anterior seicht, Incisura marsupialis tief. Vermis wenig distinct. (Ebenso bei *Balaenoptera musculus.* Bei *B. Sibbaldii* Fötus ist der Wurm deutlich abgegrenzt.) Im Arbor vitae lassen sich 7 Zweige unterscheiden, von denen der hinterste und unterste sehr schmal ist. Nodulus als dünnes, quergefurchtes Blatt erkennbar. Darüber liegen noch zwei weitere Abtheilungen. Die F. horizontalis magna spaltet sich am äussersten Lateralrand in eine obere und untere stärkere Furche. Auf der Oberfläche der Hemisphären lassen sich 4 — 6 Unterlappen unterscheiden. Auf der Ventralfläche findet sich ein vorderer triangulärer und hinterer quadrangulärer Lobus. Ersterer ist durch eine sagittale, letzterer durch eine frontale Secundärfissur getheilt. Lingula nicht auffindbar gewesen.	Die Fissura horizontalis magna zerfällt am Lateralrand in einen unteren Ast, der transversal zur Oblongata zurückkehrt, und in einen hinteren, inneren Ast, welcher die F. horizontalis magna der hinteren Partieen der Kleinhirnhemisphären aufnimmt. Auf der Oberfläche finden sich 5 Lappen.	furchen. Lingula nicht deutlich zu unterscheiden. Noch bevor die F. horizontalis magna den lateralen Rand erreicht, biegt ihr Hauptast im Bogen zur Medianlinie zurück. Eine parallele Ringfurche zieht am Rand der Unterfläche hin. Auf der Dorsalfläche der Kleinhirnhemisphären finden sich 5 Unterabtheilungen. *Delphinus delphis* und *Phocaena communis*: der Wurm ist mehr oder weniger deutlich gegen die Hemisphären abgesetzt. Bei *Phocaena communis* und nach Tiedemann auch bei *Delphinus delphis* hat die Oberfläche der Hemisphären 4 — 6 Unterlappen.
Nervus olfactorius.	*Megaptera boops* (Guldberg): der Tractus olfactorius ist $9^1/_2$ mm lang, an der Basis 3 mm, am Bulbus 4,5 mm breit. Kein Ventriculus bulbi olfactorii. Der Bulbus ist wenig dick. *Balaenoptera musculus:* Das Ursprungsgebiet des Tractus olfactorius ist vom Lobus insulae nicht scharf getrennt. Ursprung des Tractus olfactorius mit 2 Wurzeln, zwischen beiden liegt das Trigonum olfactorium.	*Hyperoodon rostratus* (Eschricht): der Tractus olfactorius ist vorhanden. *Physeter* (Flower): der Tractus olfactorius ist vorhanden. *Hyperoodon rostratus* (Kükenthal und Ziehen): Deutliches Trigonum. Uebergang des letzteren in den Lobus insulae. Breite rechts 1 mm, links nicht ganz $^1/_2$ mm.	*Beluga leucas*: nicht aufzufinden. Sulcus olfactorius ist vorhanden. Bei Embryonen konnten Rudimente eines Nervus olfactorius nachgewiesen werden. *Phocaena communis* (Guldberg): der Sulcus olfactorius fehlt. *Delphinus* (Broca): Nervus olfactorius fehlt („la lame criblée de l'ethmoide est imperforée").
Nervus opticus.	*Megaptera boops* (Guldberg): Recessus opticus vorhanden, keine Aushöhlung im eigentlichen Opticus.	*Hyperoodon rostratus*: die Breite des Nerv. opticus beträgt 0,6 cm, seine Dicke 0,3 cm.	*Beluga leucas*: Breite 0,6 cm. Dicke 0,2 cm. Vorderer Chiasmawinkel: circa

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	Balaenoptera musculus[1]) (Guldberg): das Chiasma nerv. opt. ist 10 mm lang und 15 mm breit.	Der vordere Winkel des Chiasma ist durch ein transversales Faserbündel abgestumpft. Die Breite des Chiasma beträgt 1,5 cm, seine Länge 0,9 cm. Der hintere Chiasmawinkel ist fast ein gestreckter. Breite jedes Tractus opticus 0,5 cm, die Dicke 0,3 cm, die Länge der freiliegenden Stücks 2,4 cm. Bemerkenswerthe Torsion des Tractus opticus.	140 °. Das Chiasma ist 0,7 cm lang, 0,4 cm dick, 1,0 cm breit. Hinterer Chiasmawinkel fast 180 °. Tractus opticus: 0,4 cm breit, 0,3 cm dick. Die Länge des freiliegenden Stücks beträgt 2,4 cm.
Nervus oculomotorius.	*Balaenoptera musculus* (Guldberg): 2 bis 3 mm dick.	*Hyperoodon rostratus*: eine Reihe Wurzelfäden sind deutlich unterscheidbar. 3 mm breit. Verlauf transversal.	*Beluga leucas*: vorhanden.
Nervus trochlearis.	*Megaptera boops* (Beauregard): nicht gezeichnet. *Megaptera boops* (Eschricht): vorhanden. *Balaenoptera musculus* (Guldberg): sehr dünn.	*Hyperoodon rostratus*: ziemlich schwach.	*Beluga leucas*: vorhanden. *Phocaena communis*: sehr dünn.
Nervus trigeminus.	*Balaenoptera musculus* (Guldberg): an der Basis 20 mm breit, nicht in 2 differente Abtheilungen geschieden. *Balaenoptera Sibbaldii*, Fötus (Guldberg): rechts zwei Abtheilungen unterscheidbar, wovon die vordere die grössere. *Megaptera* (Eschricht): zwei Abtheilungen unterscheidbar.	*Hyperoodon rostratus*: eine Portio minor entspringt mehr medial. Gesammtbreite 1 cm.	*Beluga leucas*: zwei Abtheilungen nicht deutlich unterschieden. Durchmesser 1,1 cm und 0,9 cm. Das Ganglion Gasseri ist vom Ursprung 2,7 cm entfernt, 1,4 cm breit, 0,4 cm dick.
Nervus abducens.	*Balaenoptera musculus*: Breite der Basis 5 mm, Dicke des Stammes 2 mm.	*Hyperoodon rostratus*: 7 Wurzelfäden, Vereinigung zu einem Bündel 2,3 cm von der Basis entfernt.	*Beluga leucas*: vorhanden.
Nervus facialis.	*Balaenoptera musculus*: entspringt mit 4 etwa 1—2 mm dicken Nervenstämmen. Portio Wrisbergi unterscheidbar.	*Hyperoodon rostratus*: schwach entwickelt. Basis 0,7 cm breit. Portio Wrisbergi unterscheidbar.	*Beluga leucas*: relativ schwach entwickelt, 0,4 cm breit. Portio Wrisbergi unterscheidbar. *Phocaena communis*: stark entwickelt.
Nervus acusticus.	*Balaenoptera musculus*: 5—6 mm dick, stark entwickelt. *Megaptera boops*, Fötus, und *Balaenoptera Sibbaldii*, Fötus: übertrifft fast den Facialis an Mächtigkeit.	*Hyperoodon rostratus*: 1,1 cm breit.	*Beluga leucas*: Ursprung aus einer kegelförmigen Verdickung; 0,9 cm breit, 0,4 cm dick. Striae acusticae sind erkennbar, ein Tuberculum acusticum ist vorhanden. *Phocaena communis*: stark entwickelt. Auf der Zeichnung eines Delphingehirns von Serres (Atlas Planche XII) ist der Acusticus fälschlich zum Facialis gerechnet.

1) Für die Gehirnerven vergleiche auch Bruns: Disqu. anat.-physiol. de nervis cetaceorum cerebralibus, Dissert. Tüb. 1837. Die alten Arbeiten von Mandt, Desmoulins, Breschet, Tiedemann sind in Bruns' Dissertation citirt.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
Nervus glossopharyngeus.	*Balaenoptera musculus*: 2 Wurzelstränge. *Megaptera* (Eschricht): 4 Wurzelstränge.	*Hyperoodon rostratus*: 8 Wurzelfäden.	*Beluga leucas*: 5—6 Wurzelfäden. Breite des vereinigten Stammes 0,3 cm. *Phocaena communis*: 2 Wurzelstränge.
Nervus vagus.	*Balaenoptera musculus*: Länge des Wurzelgebiets 3—3,5 cm.		*Beluga leucas*: Länge des Wurzelgebiets 0,7 cm.
Nervus accessorius.	*Balaenoptera musculus*: eine Reihe feiner Nervenfasern, hinter dem N. vagus, werden von Guldberg als solche angesprochen, auch von Eschricht bei *Megaptera* gezeichnet.	*Hyperoodon rostratus*: 16—20 Wurzelfäden, von denen die unteren dicker sind.	*Beluga leucas*: über 15 Wurzelfäden.
Nervus hypoglossus.	*Balaenoptera musculus*: eine Menge dünner Wurzeln.	*Hyperoodon rostratus*: 10—12 Wurzelfäden. Der Stamm ist 0,3 cm dick.	*Beluga leucas*: 9 Wurzelfäden.
Balken.	*Megaptera boops*: Balken vorn am dicksten, namentlich das Genu sehr gross. *Balaenoptera musculus*: 8,5 cm lang. Splenium 7 mm dick, Mitte 3 mm dick. Fast horizontal. Hinten ist das Corpus callosum fest mit dem Fornix zusammengewachsen. Genu sehr scharf gebogen. Das Splenium bedeckt einen kleinen Theil der vordersten Vierhügel. *Balaenoptera Sibbaldii*, Fötus: (Guldberg) sehr dünn, namentlich das Splenium nach oben gewölbt. *Balaenoptera Sibbaldii*, Fötus: (Beauregard) Genu nicht scharf gebogen, Splenium und Balkenmitte auf der einen Figur Beauregard's ziemlich dick, auf der anderen dünn.	*Hyperoodon rostratus*: Splenium 1 cm dick, Balkenmitte 0,4 cm dick, Genu 1,1 cm dick, Balkenlänge beträgt 6 cm. Fast horizontal, nur wenig gebogen.	*Beluga leucas*: fast halbkreisförmig gebogen. Concavität nach hinten und etwas nach unten gerichtet. Länge am innerenRand 7,6 cm. Entfernung der Enden 5 cm. Dicke des Spleniums 0,7 cm, der Balkenmitte 0,3—0,5 cm, des Genu 0,9 cm.
Commissura anterior.	*Balaenoptera musculus*: von Guldberg nicht mit Bestimmtheit angegeben. *Megaptera boops*: als kleiner, unebener Fleck sichtbar.	*Hyperoodon rostratus*: macroscopisch nicht sichtbar. (Siehe Leitungsbahnen.)	*Beluga leucas*: macroscopisch nicht sichtbar. (Siehe Leitungsbahnen.)
Commissura posterior.	*Balaenoptera musculus*: stark entwickelt. *Megaptera boops*: recht deutlich.	*Hyperoodon rostratus*: 1 cm lang, 0,4 cm breit.	
Corpora quadrigemina.	*Megaptera boops*: (Guldberg) hintere Vierhügel fast doppelt so klein als vordere. *Balaenoptera musculus*: vordere Vierhügel grösser, aber flacher. Mittelfurche sehr seicht, desgleichen Querfurche. Colliculus subpinealis vorhanden. Hintere Vierhügel sehr hoch. Corpus geniculatum nicht deutlich	*Hyperoodon rostratus*: die Länge der vorderen Vierhügel beträgt 1,4 cm; die Zwischenfurche derselben ist ziemlich tief. Oberfläche flach. Hintere Vierhügel stark gewölbt. Zwischenfurche verstrichen. Grösste Länge der hinteren Vierhügel 1,2 cm. Grösste transversale Ausdehnung 2,2 cm. Höhe der vorderen	*Beluga leucas*: Gesammtlänge der Vierhügel 3,3 cm. Hintere Vierhügel nicht viel mächtiger als die vorderen.

	Mystacoceti.	Physeteridae.	Odontoceti.
	nachweisbar. Breite d. Vierhügel 4,3 cm, Länge 3,1 cm. Die vorderen Vierhügel sind länger, die hinteren breiter.	Vierhügel 1 cm, der hinteren 1,4 cm [1]).	
Thalamus opticus.	*Megaptera boops*: vom Corpus striatum durch eine tiefe Furche geschieden. Commissura mollis mächtig entwickelt. *Balaenoptera musculus*: stark entwickelt, 65 mm lang, fast ebenso breit, beim Fötus von *Balaenoptera Sibbaldii* breiter als lang. Pulvinar niedriger. Tiefe Trennungsfurche gegen das Corpus striatum. Beim Fötus auch Stria terminalis erkennbar. Semicirculäre Furche auf der Medianfläche. Commissura mollis vorhanden.	*Hyperoodon rostratus*: die Trennungsfurche gegen das Corpus striatum ist tief. Stria cornea vorhanden. Breite 3,6 cm, grösste Länge 4,6 cm, grösster Durchmesser 6 cm. Pulvinar vorhanden. Dicke der Stria cornea 2 mm. Circuläre Furche der Medianfläche und Commissura mollis vorhanden.	*Beluga leucas*: grösste Breite 2,3 cm, grösste Länge 5,2 cm. Stria cornea kaum 1 mm dick. Pulvinar wenig scharf hervorgehoben. Commissura mollis vorhanden.
Corpus striatum.	*Balaenoptera musculus*: merkwürdig klein. Im oberen, lateralen Theil ziemlich flach.	*Hyperoodon rostratus*: grösste Breite 1,6 cm, grösste Dicke 1 cm.	*Beluga leucas*: grösste Breite 0,7 cm. Dicke über dem hinteren Theil des Thalamus opticus 0,4 cm. *Phocaena communis*: sehr klein im Verhältniss zum Thalamus opticus.
Nucleus lentiformis.	*Balaenoptera musculus*: von Guldberg nicht erwähnt.	*Hyperoodon rostratus*: nicht stark entwickelt. Die 3 Glieder nicht erkennbar. Linsenkernschlinge deutlich. Grösste Längsausdehnung 3 cm, grösste Breitenausdehnung 1 cm.	*Beluga leucas* (siehe Leitungsbahnen).

Aus dieser vergleichenden Uebersicht ergiebt sich folgende allgemeine Characteristik des Cetaceengehirns. Die äusseren Contouren bilden ein Sechseck oder einen Kreis. Eine Fossa anterior superior findet sich nur bei *Hyperoodon*. Das absolute Hirngewicht schwankt nach den vorliegenden Zahlen zwischen 455 g (*Kogia Grayi*) und 4700 g (*Balaenoptera musculus*), das relative zwischen $^1/_{39}$ und $^1/_{25000}$. Die Delphiniden haben ein sehr niedriges absolutes und ein sehr hohes relatives Hirngewicht. Das Verhältniss von Länge zu Breite ist meist kleiner als 1, Ausnahmen kommen vor bei den Bartenwalen; die Delphiniden besitzen das relativ breiteste Gehirn.

Ein Drittel bis ein Fünftel der Kleinhirnoberfläche wird vom Grosshirn bedeckt. Das Verhältniss des Gewichts des Kleinhirns zu dem des Grosshirns verhält sich wie 1 : 3 bis 4. Das Corpus trapezoides liegt nur bei *Beluga* in erheblicherer Ausdehnung frei. Die Oliven treten bei *Beluga* und *Hyperoodon* deutlich, bei *Delphinus* und *Balaenoptera* nicht an der Oberfläche des Gehirns hervor. Die Fissura Sylvii ist scheinbar dreiästig. Die F. circularis ext., welche den Ramus ant. darstellt, communicirt, ausser bei *Beluga*, stets mit der Fissura rhinalis ant. Die drei Theile der Fissura ectosylvia sind im Allgemeinen zu einer Furche verschmolzen, eine Ausnahme macht *Megaptera boops*, bei dessen Embryonalgehirn die Furche aus 3 getrennten Theilen besteht. Die Fissura suprasylvia verläuft im Ganzen sehr unregelmässig, Theilungen und

1) Es geht hieraus hervor, dass die Wale nicht nur relativ, sondern auch absolut die grössten Vierhügel unter den Säugethieren besitzen, wenigstens werden die Vierhügel des Pferdes, welche nach der bekannten Serres'schen Zusammenstellung eine Breite von 19,5 mm und eine Länge von 22,75 mm besitzen, von den Walen weit übertroffen.

mannigfache Communicationen mit benachbart gelegenen Furchen kommen vor. Die Fiss. lateralis communicirt wohl mit der Fissura coronalis, oft auch mit der Fissura suprasylvia. Die Fiss. ectolateralis ist nur bei *Beluga leucas* deutlich und constant ausgebildet. Die Fissura rhinalis anterior communicirt ausser bei *Beluga leucas* stets mit dem Ramus anterior der Fissura Sylvii, meist auch sehr deutlich mit dem Sulcus olfactorius. Die Fissura rhinalis posterior ist entweder mit der Fissura splenialis verbunden oder (*Megaptera boops*, *Phocaena, Delphinus*) in der Fortsetzung derselben gelegen. Die Fissura coronalis communicirt bei den Cetaceen in der Regel mit den drei innersten Urfurchen, oft ist sie undeutlich. Die Fissura praesylvia schneidet meist in den Medialrand ein, bei *Phocaena* ist sie besonders tief. Die wichtigsten Communicationen finden statt mit der Fissura olfactoria. Die Fissura olfactoria fehlt bei *Phocaena communis*; wo sie vorhanden ist, communicirt sie fast stets mit der Fiss. rhinalis anterior. Die Fissura confinis ist entweder undeutlich oder oft unterbrochen, bei *Balaenoptera musculus* liegt sie durchaus auf der medialen Fläche. Die Fissura suprasplenialis ist stets sehr stark entwickelt, nur bei *Phocaena communis* scheint sie zu fehlen. Vorn schneidet sie auf die Convexität ein. Die Fissura splenialis communicirt in der Regel mit der Fissura rhinalis posterior; bei *Hyperoodon* ist sie dem Balken sehr genähert, bei *Phocaena* schneidet sie umgekehrt bisweilen auf die Convexität ein; sie kann in mehrere Theile zerfallen (*Balaenoptera*). Der vorderste Theil kann fehlen (*Beluga*). Die Fissura sublimbica ist nur bei den Bartenwalen und Ziphioiden deutlich vorhanden, umgekehrt ist der Sulcus genualis als selbständige Furche nur bei *Phocaena* vorhanden. Ein Sulcus circularis internus kommt allen Walen zu, ebenso ein Sulcus circularis externus.

Der Wurm des Kleinhirns ist gegen die Hemisphären (ausser bei *Balaenoptera musculus*) scharf abgesetzt, im Arbor vitae lassen sich 7—10 Hauptäste unterscheiden. Die Fissura horizontalis magna zerfällt in ihrem hinteren Stück in 2 Aeste.

Der Nervus olfactorius fehlt den Delphiniden, bei den Bartenwalen ist er stärker als bei *Hyperoodon*. Die Schenkel des Chiasma nervorum opticorum weichen in sehr gestrecktem Winkel auseinander. Im Trigeminus sind 2 Abtheilungen meist zu unterscheiden (Ausnahme *Balaenoptera musculus* und *Beluga leucas*). Bei *Balaenoptera Sibbaldii*, Fötus, ist die vordere Abtheilung die stärkere. Eine Portio Wrisbergii scheint allen Walen zuzukommen. Der Acusticus ist durchgängig stark entwickelt, ganz besonders stark bei *Beluga leucas* und *Hyperoodon*.

Der Balken hat eine Länge von 6—8½ cm, bei *Beluga leucas* ist er fast halbkreisförmig gebogen, wie es scheint auch bei *Phocaena*. Die Dicke der Balkenmitte schwankt zwischen 3 und 4 mm. Eine Commissura posterior ist deutlich vorhanden.

Die hinteren Vierhügel sind bei *Hyperoodon* gegenüber den vorderen besonders stark entwickelt. Bei den Bartenwalen und *Beluga* ist der Unterschied weniger bedeutend. Die beiden Thalami optici sind durch die dünne, aber sehr breite Platte der Commissura mollis verbunden. Bei den Bartenwalen ist der Thalamus opticus annähernd eben so breit als lang, bei *Beluga* mehr als doppelt so breit als lang. *Hyperoodon* steht in dieser Beziehung zwischen den Delphiniden und Balaenopteriden. Im Ganzen muss der Thalamus opticus gegenüber dem Corpus striatum als sehr mächtig, gegenüber den Vierhügeln eher als klein bezeichnet werden. Der Nucleus caudatus ist ausnahmslos wenig entwickelt, noch am grössten ist er bei *Hyperoodon*. Auch der Linsenkern hat eine geringe Entwicklung.

B) Vergleichung des Cetaceengehirns mit dem anderer Placentalier.

In diesem Abschnitte gedenken wir das Gehirn der Ungulaten, der Chelophoren, der Pinnipedier und der Carnivoren, wie es sich nach den seitherigen Untersuchungen darstellt, übersichtlich zu beschreiben.

Zunächst beschränken wir diese Vergleichungen fast ganz auf die Hirnoberfläche, vor allem also auf die Furchen der Grosshirnrinde; doch selbst für eine vergleichende Darstellung dieser Furchen reichte das von früheren Untersuchern gesammelte Material in vielen Punkten nicht annähernd aus, namentlich gilt dies von den Pinnipediern, und es erschien uns daher unerlässlich, gerade für das Pinnipedier-Gehirn eigene umfangreichere Untersuchungen zu geben.

Die Reihenfolge, in welcher wir nunmehr das Gehirn der einzelnen Säugethierordnungen abhandeln werden, soll selbstverständlich zunächst in keiner Weise eine nähere oder entferntere Verwandtschaft mit dem Cetaceen-Gehirn präjudiciren.

1. Das Gehirn der Ungulaten.

Dieser Abschnitt ist wenig eingehend behandelt worden und weist in manchen Punkten recht grosse Lücken auf. Der grösste Theil der in dem Schema niedergelegten Befunde ist KRUEG's Arbeit über das Ungulaten-Gehirn entnommen worden, zum Gegenstand einer selbständigen Untersuchung haben wir das Ochsen-, Schaf-, Ziegen- und Schweinegehirn gewählt. Für *Ovis* und *Sus* fand auch ROGNER's [1]) Arbeit Berücksichtigung.

Die Eintheilung der Ungulaten-Gruppe, welche in unserem Schema zum Ausdruck kommt, ist eine höchst unbefriedigende und willkürliche; wir haben indessen geglaubt, in diesem Punkte KRUEG folgen zu müssen, schon aus rein practischen Rücksichten. Späteren Untersuchungen wird es vorbehalten bleiben, mit der Vervollständigung der sehr lückenhaften Kenntnisse des Ungulaten-Gehirns von einer besseren systematischen Grundlage auszugehen.

Wir beginnen mit einer Darstellung des Ochsengehirns, wobei wir eine Reihe von Punkten, welche in den Arbeiten früherer Autoren weniger Berücksichtigung fanden und bei unserer nachfolgenden Feststellung der Homologien von Bedeutung sein werden, besonders betonen wollen.

Das Gehirn des Ochsen.

Bei der Beschreibung der Furchen des Grosshirns des Ochsen gehen wir von der Fissura rhinalis aus. F. rhinalis anterior und posterior sind verschmolzen, zusammen bilden dieselben einen flachen Bogen, dessen Concavität medialwärts gerichtet ist. Hinten verbindet sich die F. rhinalis nicht mit der F. splenialis. Der von KRUEG als pseudosylvische Furche beschriebene Fortsatz hebt sich wenig scharf hervor. Bedeutender ist ein anderer, etwa in der Mitte des Lobus pyriformis aus der F. rhinalis posterior nach oben ziehender Fortsatz. Die Fissura Sylvii besteht aus einem sehr langen vorderen Schenkel, welcher die Vorderfläche des Gehirns umzieht und fast die Mediankante erreicht, der hintere Schenkel vereinigt sich mit dem vorderen in einem spitzen Winkel und ist nur etwas über 1 cm lang. Der Processus acuminis ist 2,6 cm lang und zur medianen Mantelkante, von welcher er noch 2,7 cm entfernt bleibt, fast senkrecht gestellt. Der Processus acuminis hat keine Seitenzweige, während der vordere Schenkel zahlreiche Aeste nach oben schickt.

Der äussere Anblick dieses Theils der Hirnoberfläche wird nur dadurch gegenüber den Verhältnissen bei den Walen so sehr verschieden, dass erstens der Bogen der Fiss. rhinalis ein viel flacherer ist, und zweitens die Ueberwölbung der gleich zu besprechenden Insel durch die Stirn- und Scheitelwindungen fast ganz ausbleibt; auch kommt die Communication der F. rhinalis posterior mit der Fiss. circularis externa als abweichend in Betracht. Die Tiefe der F. rhinalis beträgt 8 mm.

---

1) V. ROGNER: Ueber das Variiren der Grosshirnfurchen bei *Lepus*, *Ovis* und *Sus*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1883. Band 39.

Das zwischen den beiden Schenkeln der Sylvischen Furche gelegene Stück ist, wenn man lediglich von der Lagerung der Furchen ausgeht, der Insel homolog zu setzen. Von der Insel bei den höheren Thieren unterscheidet sich aber dieses Feld dadurch, dass es nicht wie bei den Primaten infolge eigenen Zurückbleibens im Wachsthum von den angrenzenden Stirnscheitelwindungen überwölbt wird, sondern gleichmässig mit letzteren wächst und dadurch als selbständiges Feld an die Oberfläche tritt.

Hieraus ergiebt sich, dass die beiden Schenkel der Sylvischen Furche ganz so, wie sie freiliegen, mit unserer Fiss. circularis externa zu homologisiren sind, und die Bezeichnung Fiss. Sylvii mit Recht lediglich dem Processus acuminis zukommt. Diese Auffassung steht der uns neuerdings bekannt gewordenen Auffassung Guldberg's [1]) im Wesentlichen nahe.

Die F. praesylvia ist bei *Bos* mit der oben erwähnten Fortsetzung des vorderen Schenkels der Fissura Sylvii identisch. Die von Krueg gezeichnete Trennung der F. praesylvia und des vorderen Schenkels der Sylvischen Furche fehlt unseren Gehirnen. Nachgetragen sei noch über diesen vorderen Schenkel, dass ein Ast desselben über den Riechlappen im Bogen nach oben zieht.

Die Fissura ectosylvia ist als einheitliche Furche nicht vorhanden, jedoch lässt sich, wie schon Krueg gethan, eine hinter der Sylvischen Furche, zwischen der Rhinalis posterior und der gleich zu erwähnenden Suprasylvia posterior gelegene Furche ungezwungen als Pars posterior einer Fissura ectosylvia auffassen (F. postica Krueg). Dieselbe misst in der Länge etwa 3 cm und ist im Ganzen von oben nach unten gerichtet, ihre Tiefe beträgt 0,9 cm bei einem in Spiritus gehärteten Gehirn. Als vorderer Theil der F. ectosylvia scheint uns die Fiss. diagonalis von Krueg aufgefasst werden zu können. Dieselbe hat eine H-förmige Gestalt, so zwar, dass der Querstrich des H annähernd horizontal liegt; namentlich der vordere Schenkel des H, welcher nach hinten concav ist, entspricht seiner Lage nach durchaus einer F. ectosylvia.

Die F. suprasylvia läuft in einer im Ganzen von hinten schräg nach vorn medialwärts gelegenen Richtung über die Convexität. Ueber der F. postica ist sie stark nach unten und lateralwärts eingebogen, so dass sie sich hier der F. rhinalis posterior bis auf 4 cm nähert. Vom Processus acuminis ist sie 4 mm entfernt. Hinten zerfällt sie in 2 Aeste, von welchen der eine zu der gleich zu erwähnenden F. ectolateralis hinüberzieht oder auch, wenn die letztere nicht weit nach hinten reicht, in der Fortsetzung derselben gelegen ist, während der andere, mächtigere seitwärts abbiegt und in die F. rhinalis posterior auf unserer einen Hemisphäre einmündet. Dieses bemerkenswerthe Vorkommen scheint Krueg entgangen zu sein. Vorn, nicht ganz 1 cm vor dem Processus acuminis, biegt ein schwächerer Seitenast der F. suprasylvia zwischen diesem Processus und der F. diagonalis nach abwärts, ein anderer schwacher Seitenast wendet sich der Medianlinie zu, wo er sich dem Bügel »a« Krueg's nähert. Die Hauptfortsetzung der F. suprasylvia geht auf einer unserer Hemisphären in einer Zickzacklinie in die F. coronalis über. Weder Leuret noch Krueg kennen eine solche Verbindung zwischen der F. suprasylvia und coronalis, nur der letztere erwähnt, dass er bei 6 Gazellengehirnen die F. coronalis in ähnlicher Weise wie bei den Elaphiern mit der F. suprasylvia verbunden gewesen sei, und meint deshalb, das Fehlen dieser Verbindung für die Differentialdiagnose des Elaphier- und Cavicornier-Gehirns nicht verwerthen zu können. Es scheint uns nicht unwichtig, diese Verbindung nunmehr auch für *Bos taurus* nachgewiesen zu haben. Wir erwähnen gleich hier, dass der Bügel »a« Krueg's auf unseren beiden Hemisphären mit der F. coronalis communicirte. Die Tiefe der F. suprasylvia über der F. ectosylvia postica beträgt 1,4 cm, über dem Processus acuminis gleichfalls 1,4 cm, am Uebergang in die F. coronalis 1 cm.

---

1) G. A. Guldberg: Zur Morphologie der Insula Reilii. Anatom. Anzeiger 1887. No. 21. Seite 659 and Bidrag til Insula Reilii's morphologi af G. A. Guldberg. Christiania 1887.

Die F. ectolateralis ist beiderseits deutlich ausgeprägt, sie beginnt 7 cm von der Spitze des Gehirns entfernt, $1^1/_2$ cm oberhalb der F. suprasylvia, und zieht derselben annähernd parallel nach hinten, hier kann sie entweder, nachdem sie den oben erwähnten Communicationsast der F. suprasylvia aufgenommen, über den hinteren Hemisphärenrand bis auf die das Kleinhirn überdeckende Fläche des Hinterhauptlappens reichen, oder vor jenem Communicationsast enden, in welchem Falle dieser die Ectolateralis in weiterem Verlaufe vertritt.

Die F. lateralis beginnt mit 2 kurzen gabelförmigen Aesten 1 cm von dem hinteren Rande der Hemisphären und 2,3 cm vom medianen Mantelrand entfernt, ihre Gesammtlänge beträgt circa 6,5 cm, vorn endet sie wiederum mit 2 kurzen Gabelästen 6 mm von der Mantelkante entfernt, von dem Bügel »a« Krueg's ist sie 7 mm entfernt. Die Tiefe der F. lateralis beträgt 1,7 cm.

Eine F. confinis zwischen der Mantelkante und der F. lateralis ist ziemlich deutlich ausgebildet. Dieselbe schneidet vorn circa 2 cm hinter dem vorderen Ende der F. lateralis in die Mantelkante ein und verläuft noch ein kurzes Stück auf der Medianfläche.

Die F. coronalis steht hinten, wie bereits erwähnt, auf einer Hemisphäre mit der F. suprasylvia in Verbindung, auf allen Hemisphären mit dem Bügel a, sie ist hier etwas über 1 cm von der Mantelkante entfernt, nähert sich derselben dann bis auf 9 mm und theilt sich schliesslich nach einem Gesammtverlauf von circa 4,5 cm in 2 Aeste. Der laterale reicht in den von dem aufwärts sich schlagenden Endast der F. praesylvia gebildeten Kreisausschnitt, der mediale nähert sich der Mantelkante bis auf 5 mm und erreicht die Hirnspitze, die F. coronalis ist 1,5 cm tief.

Die F. splenialis beginnt 3 mm von der F. rhinalis posterior entfernt, schlingt sich um den Balkenwulst, wobei sie von demselben 9 mm entfernt ist, und zieht dann in einer durchschnittlichen Entfernung von fast 1 cm über den Balken hinweg, vor dem Knie desselben endigend. Bemerkenswerth ist ein 2 cm vor dem Balkenwulst entspringender schräg nach oben und vorn ziehender Ast, welcher die mediane Mantelkante fast erreicht. Unmittelbar hinter dem Ende dieses Astes entspringt auf der Medianfläche der mehrfach erwähnte Bügel »a« Krueg's, welcher schräg vorwärts und lateralwärts auf der Convexität zur F. coronalis zieht. Vorn hängt die F. splenialis mit der F. rostralis zusammen. Die Tiefe der Splenialis in den hinteren Abschnitten beträgt 7 mm, in den mittleren Abschnitten 13 mm, vorn 7 mm. Die Tiefe des zur Medianlinie emporsteigenden Astes beträgt gleichfalls 7 mm. Unter der F. splenialis ist eine F. sublimbica deutlich ausgeprägt, allerdings an mehreren Stellen überbrückt. Die Furche ist circa 3 mm tief, hinten tiefer als vorn; sie reicht hinten bis unter das Splenium herab. Erwähnenswerth ist noch eine aus dem hinteren Ende der F. rhinalis posterior entspringende und ziemlich senkrecht über die Fläche des Gehirns hinwegziehende Furche, welche mit ihren gabelförmigen Endzweigen zwischen Splenialis, Lateralis und Ectolateralis gelegen ist. Krueg erwähnt diese Furche nicht.

Es folgt nunmehr eine tabellarische Uebersicht über den Verlauf der Hirnfurchen bei den verschiedenen Ungulaten-Familien [1]).

1) Ausser Krueg's Arbeit heben wir namentlich auch die verschiedenen Arbeiten Dareste's hervor (Mém. prés. à l'Acad. le 16 janv. 1852 et le 13 sept. 1853. Ann. des sc. nat. III. 17 et IV. 1).

	Traguliden [1]).	Elaphiden.	Giraffe.	Cavicornier.	Tylopoden [3]).
Fissura Sylvii.	Die F. Sylvii zeigt einen sehr langen Processus acuminis.	Der Processus acuminis ist sehr lang ausgezogen.	Viele accessorische Zwischenfurchen, Processus acuminis sehr klein.	*Bos*: eine pseudosylvische Furche reicht constant von der Verbindung der beiden F. rhinales in das Feld zwischen Ramus anterior und posterior F. Sylvii. *Ovis*: der Processus anterior geht manchmal in die F. praesylvia, seltener in die F. diagonalis über. Der Processus posterior ist fast stets mit der F. rhinalis verbunden, hinten meist gabelig getheilt.	Viele accessorische Furchen zwischen Fiss. Sylvii und Fiss. suprasylvia.
Fissura diagonalis.		Die F. diagonalis ist mit ihrem vorderen Ende mehr nach oben gerichtet, das hintere Ende ist durch einen Ast oft mit der F. suprasylvia verbunden.	Zwischen F. suprasylvia anterior und dem vorderen frontal verlaufenden Stück der F. coronalis gelegen.	Ziemlich steil verlaufend, wird im Fötalleben getrennt von der F. suprasylvia angelegt.	Vorhanden, beim Dromedar (Krueg) vor dem vorderen unteren Schenkel der F. suprasylvia und demselben fast parallel laufend.
Fissura coronalis uud suprasylvia.	Nach Krueg's Deutung mit einander verbunden durch einen oberen Fortsatz der letzteren [2]) (Bügel a).	Ausser bei *Lophotragus Michianus* Garrod durch ein besonderes querstehendes Zwischenstück verbunden.	Durch Querbügel seicht verbunden, jedoch nicht stets.	Die Verbindung beider ist weniger constant, nur bei der Gazelle regelmässig. *Ovis*: Verbindungen der F. suprasylvia mit der F. diagonalis und der F. postica kommen vor, selten Verbindung mit der F. splenialis).	Die F. suprasylvia ist stark nach aufwärts gedrängt. Die F. coronalis ist mit ihrem hinteren Ende auf der Medianfläche und hier in der Richtungslinie der F. lateralis gelegen, also von hinten medial nach vorn lateral verlaufend, mit der F. praesylvia communicirend.

1) Owen, l. c. Vol. III. Fig. 101.

2) Wir erinnern an ein nicht unähnliches Vorkommniss bei *Phoca vitulina*.

3) Vgl. Krueg, l. c., und Brandt, Mém. de l'Ac. imp. St. Pétersb. 1841.

	Suilliden.	Hippopotamiden.	Tapiriden.	Nasicorniden [3]).	Solidungula.
Fissura Silvii.	Der vordere Fortsatz der F. Sylvii liegt im Grunde der F. rhinalis anterior, der hintere Fortsatz ist etwa in der Hälfte der Fälle mit der F. rhinalis posterior verbunden. Die F. praesylvia entspringt scheinbar aus der F. rhinalis anterior.	Nach Peters [1]) ist in der Tiefe der Sylvischen Furche eine Insel vorhanden. Sonst ist das Gehirn dem der Suilliden ähnlich.	Die F. Sylvii ist nicht mit der F. rhinalis ant. verbunden. Der Processus acuminis ist kurz [2]). Vor der Fissusa praesylvia eine Parallelfurche.	F. Sylvii ebenso wie das ganze Gehirn den Solidungula sehr ähnlich; s. diese.	Die F. Sylvii kann mit der F. praesylvia communiciren, häufiger scheint dieselbe mit der F. rhinalis anterior in Verbindung zu stehen. Vor der F. praesylvia eine Parallelfurche.
Fissura diagonalis.	Oft mit der F. suprasylvia verbunden, entsteht schon im Fötalleben im Zusammenhang mit derselben.		Vorhanden.	Vorhanden.	Oft mit der F. suprasylvia verbunden.
Fissura coronalis und suprasylvia.	F. suprasylvia: das hintere Stück ist im Bogen stark abwärts gekrümmt (F. suprasylvia posterior), das vordere stets mit der F. diagonalis verbunden. Nach Krueg ist die F. suprasylvia durch ein Zwischenstück, welches seinerseits einen Fortsatz nach vorn schickt, auf dem Scheitel des Bogens mit der F. splenialis verbunden („Bügel a“). F. coronalis: nach Krueg mit der F. splenialis mittelst der F. cruciata verbunden. Bei *Dicotyles torqualus* verschmilzt die F. coronalis mit dem erwähnten Ast der F. suprasylvia.		Die F. coronalis ist mit der F. praesylvia verbunden, hingegen nicht mit der F. suprasylvia oder lateralis oder splenialis.	Die F. coronalis ist bei *Rhinoceros* nicht mit der F. suprasylvia verbunden.	Die F. coronalis ist direct mit der F. suprasylvia verbunden.

1) Peters, Ueber das Gehirn des Nilpferdes. Monatsschrift der Berl. Akad. 1854.

2) Weshalb Broca das Vorhandensein dieser Fissur ganz in Abrede stellt, ist uns nicht ganz klar geworden. Uebrigens divergiren die Zeichnungen des Tapirgehirnes bei den einzelnen Autoren ganz erheblich.

3) R. Owen, On the anatomy of the Indian Rhinoceros. Zool. Soc. Pr. t. IV.

	Traguliden.	Elaphiden [1]).	Giraffe [2]).	Cavicornier.	Tylopoden.
Fissura lateralis.	Die F. lateralis ist sehr kurz.	Die F. lateralis ist etwas mächtiger.	Ziemlich lang.	Ziemlich mächtig, bei *Bos* und *Bubalus* in der Richtungslinie der F. coronalis gelegen. Bei *Ovis* zuweilen vorn Umbiegung auf die Medialfläche. Häufig (Antilope) existirt eine mediale und laterale Parallelfurche.	Die F. lateralis gehört der Medianfläche an.
Fissura splenialis.	Die F. splenialis schneidet vorn die mediane Mantelkante und verläuft hinten auf der oberen Convexität.	Gleicher Verlauf. Durchaus der Medianfläche angehörig, nur bei den kleineren Thieren auch auf die Oberseite hinüberreichend. Mit der F. rhinalis posterior nicht communicirend. Hinter der F. splenialis liegt nach Broca's Abbildungen eine kleine, ihr annähernd parallel verlaufende Furche, die einem Ramus postero-horizontalis entspricht und von Broca direct „Sillon calcarin" genannt wird.	Sehr weit nach vorn reichend, fast bis zur F. rostralis.	Sehr weit nach vorn über die F. genualis hinaus fast bis zur F. rostralis reichend, zuweilen mit der F. rostralis verbunden. Broca's Sillon calcarin kommt auch hier vor. Mit dem in die Mantelkante einschneidenden Bügel a hängt sie direct nicht zusammen, schneidet vielmehr vor demselben ein. Bei *Gazelle* z. Th. auf der Convexität sichtbar. Vorn schneidet sie vor dem Bügel a in die Mantelkante meist seicht ein (F. cruciata?).	Die F. splenialis reicht weit nach vorn und ist entweder mit der F. rostralis verbunden oder läuft noch über sie hinaus. Sie kann (*Camelus Dromedarius*) durch eine mediale Fortsetzung des Krueg'schen Querbügels a mit der F. coronalis verbunden sein.
Fissura genualis.		Unter die F. splenialis nach hinten reichend.	Vorhanden.	*Ovis*: F. genualis manchmal mit der F. rostralis verbunden.	Vorhanden.
Fissura rostralis.		Schräg nach vorn oben ziehend.	Vorhanden.		Vorhanden.
Fissura ectosylvia postica.		Vorhanden, fast sagittal verlaufend.	Vorhanden.	*Ovis*: ab und zu mit dem Processus posterior F. suprasylviae verbunden.	Vorhanden.

1) Flower, Proceed. of the Zool. Soc. 1875 und Journ. de Zool. 1875; ferner Garrod, Proc. Zool. Soc. 1876.
2) Owen. — Sebastian's Arbeit war uns nicht zugänglich.

	Suilliden.	Hippopotamiden.	Tapiriden [1]).	Nasicorniden.	Solidungula.
Fissura lateralis.	Eher etwas kurz, eine mediale und laterale Parallelfurche vorhanden.		Durch 2 parallele Furchen vertreten; die untere communicirt mit dem Bügel a. Warum Krueg gerade die obere als F. lateralis auf Dareste's Zeichnung benennt, ist nicht ganz ersichtlich.	Die F. lateralis ist bei *Rhinoceros* kurz, unter ihr eine längere Parallelfurche. Die letztere scheint mit der F. coronalis verbunden, vielleicht durch Vermittelung des Querbügels a.	An Stelle der F. lateralis finden sich 2 Parallelfurchen, eine mediale und eine laterale, ziemlich lange. Auch eine F. ectolateralis scheint vorkommen zu können.
Fissura splenialis.	Die F. splenialis reicht wenig weit nach vorn, schneidet auf die Convexität ein und ist hier mit der F. coronalis einerseits und andererseits durch ein Zwischenstück (Krueg's Bügel a) mit der F. suprasylvia verbunden.		Die F. splenialis reicht in einem grossen Bogen weit nach vorn bis in die Gegend des Rostrums des Balkens. Nach Broca geht angeblich ihr Ramus medius in die F. cruciata über.	Reicht weit nach vorn bis in den Raum zwischen F. rostralis und genualis. Nicht mit der F. coronalis verbunden.	Die F. splenialis reicht in grossem Bogen sehr weit nach vorn, biegt hier mit dem vorderen Ende unter die F. rostralis und gehört durchaus der medialen Fläche an. Eine Verbindung mit Bügel a ist inconstant [2]). Eine F. suprasplenialis scheint ziemlich constant. *Equus caballus*: ein „Sillon calcarin" ist stark entwickelt, er beginnt zwischen F. rhinalis posterior und erreicht fast den Mantelrand. Auf der Grenze des mittleren und hinteren Balkendrittels giebt die F. splenialis nach oben einen kurzen Ast ab, der unserm Ramus medius entspricht und von Broca „Incissure fronto-parietale - interne" genannt ist.
Fissura genualis.	Vorhanden.			Vorhanden, desgl. eine Fiss. sublimbica.	F. genualis liegt in der Verlängerung einer F. sublimbica, mit der sie jedoch nicht communicirt.
Fissura rostralis.	Sehr variabel.				
Fissura ectosylvia postica.	Parallel dem Processus post. F. suprasylviae.		F. ectosylvia als völliger Bogen vorhanden.	Ueber der F. splenialis weit nach oben reichend.	F. ectosylvia postica: in Lussana u. Lemoigne's Darstellungen hinten mit einem Aste in horizontaler Richtung umbiegend und den hinteren Hemisphärenrand überschreitend.

1) C. Mayer, Nov. Act. Acad. Leopold. 1845 und Dareste l. c.
2) Schon hier möchten wir auf die Aehnlichkeit aufmerksam machen, welche dieser Communicationsast mit dem Ramus medius F. splenialis hat.

Allgemeine Characteristik des Ungulatengehirns.

Das Ungulatengehirn characterisirt sich demnach folgendermaassen: Die Fiss. Sylvii zeigt drei Fortsätze, Processus acuminis, anterior und posterior. Bei den Suilliden besteht eine scheinbare Verbindung mit der Rhinalis anterior, die Länge des Processus acuminis wechselt sehr, die Praesylvia kann, so namentlich bei den Suilliden, aus der Rhinalis anterior entspringen. Die Ectosylvia posterior ist meist deutlich vorhanden, bei den Traguliden hat die Fiss. diagonalis die Lage einer Ectosylvia anterior. Die Fiss. coronalis ist meist mit der Fiss. suprasylvia verbunden, nur bei den Cavicorniern, Tapiriden und Nasicorniden ist diese Verbindung nicht constant, bei den Suilliden communicirt sie mit der F. splenialis. Bei *Bos* und *Bubalus* wie bei den Tylopoden liegt sie in der Richtungslinie der Fiss. lateralis, bemerkenswerth ist, dass bei den Tylopoden die F. lateralis auf die Medianfläche gedrängt ist, sie kann von zwei Parallelfurchen begleitet sein, ihre Mächtigkeit ist sehr wechselnd. Die Fiss. splenialis kann hinten auf die Convexität übergreifen (Traguliden), vorn reicht sie häufig bis ins Gebiet der sehr constanten Fiss. rostralis und schneidet öfter (F. cruciata) in die mediane Mantelkante ein [1]). Bei den Suilliden schneidet sie vorn auf die Convexität ein und verbindet sich hier sowohl mit der F. suprasylvia wie mit der F. coronalis [2]).

2. Das Gehirn der Chelophoren.

Wir geben hier nur eine kurze, wesentlich auf die Abbildungen von Leuret [3]), Dareste [4]) und Krueg [5]) gestützte Beschreibung, für *Hyrax* haben wir auch die Arbeiten von George [6]) und Owen [7]) berücksichtigt.

Den Hyraciden und den Elephantiden ist gemeinsam die enge Verbindung der F. Sylvii mit der F. rhinalis anterior und posterior. Ein Processus acuminis F. Sylvii fehlt *Hyrax*, kommt hingegen *Elephas* zu. Der Processus posterior der Sylvischen Furche hat bei *Elephas* einen eigenthümlich gewundenen Verlauf, so dass er die hintere Hälfte einer ersten Bogenfurche darzustellen scheint. Der Processus anterior setzt sich in der Richtung des Processus acuminis gerade nach oben fort. Es liegt nahe, daran zu denken, dass der Processus posterior seine eigenthümliche Gestaltung einer Verschmelzung mit der oft fehlenden F. ectosylvia postica verdankt. Ist diese Auffassung richtig, so wäre das zwischen den beiden Schenkeln der Sylvischen Furche freiliegende Rindenfeld nicht ohne weiteres mit einer Insel zu identificiren.

Die F. olfactoria ist nicht immer mit der F. rhinalis verbunden.

Die F. suprasylvia ist beim Elephant nur in ihrem hinteren Theil deutlich entwickelt, beim Klippschiefer verläuft sie mehr sagittal und weit nach vorn, selbst bis zu einer Verbindung mit der F. rhinalis (Owen). Bei *Hyrax* scheint auch eine F. ectosylvia postica vorzukommen.

---

1) Auf die Berechtigung, diesen Einschnitt der F. splenialis als F. cruciata zu bezeichnen, werden wir erst später, bei Besprechung der Homologien zurückkommen.

2) Lussana und Lemoigne's Angabe von einer »mancanza del opercolo« giebt den Sachverhalt ungenau wieder. Das Operculum ist allerdings absolut genommen klein, aber im Vergleich zu dem auch von diesen Autoren hervorgehobenen »rudimentären« Character der Insel relativ gross.

3) Leuret l. c. planche XIII und XIV.

4) Dareste: Troisième mémoire sur les circonvolutions de cerveau chez les Mammifères (Ann. des sc. nat. IV. 1885, pl. II und III.

5) Krueg, l. c. Zeitschrift f. w. Zoologie. XXXIII. Seite 648.

6) George: Monographie anatomique des Mammifères du genre Daman. Ann. des sc. nat. VI sèr. 1874. pl. XIII—XIX.

7) Owen, l. c.

Die F. lateralis, wie KRUEG sie bezeichnet, ist äusserst kurz bei *Hyrax*, beim Elephant ist sie allerdings mehrfach unterbrochen, namentlich im hinteren Abschnitt des Gehirns nur vermuthungsweise zu erkennen.

Die F. coronalis ist bei *Hyrax* deutlich ausgebildet und mit der F. cruciata bald verbunden, bald nicht. Eine eigene F. ansata ist nicht sicher nachzuweisen. Der Nachweis einer F. coronalis beim Elephanten ist nicht mit Sicherheit zu führen, KRUEG hat eine in der Verlängerung der F. lateralis liegende Furche als F. coronalis bezeichnet.

Die F. splenialis tritt bei *Hyrax* noch im Gebiet des Hinterhauptlappens auf die Convexität über und verläuft vorn in die F. cruciata übergehend in sagittaler Richtung über den grössten Theil der Convexität. Beim Elephanten ist nach den vorliegenden Zeichnungen die F. splenialis aufgelöst in eine Reihe accessorischer, annähernd gleichwerthiger Furchen. BROCA [1]) bezeugt, dass sie in grossem Bogen, ähnlich wie bei Tapir, Pferd und Delphin, ununterbrochen bis in die basalen Stirntheile der Medianfläche reicht. Die F. cruciata ist nicht deutlich erkennbar.

Eine F. sublimbica, sowie eine F. genualis kommen dem Elephanten, die letztere auch *Hyrax* zu; eine F. rostralis ist bei GEORGE gezeichnet.

3. Das Gehirn der Pinnipedier.

Ueber das Gehirn der Pinnipedier liegen eine Anzahl von Arbeiten vor, so von MURIE, KRUEG, TURNER und Anderen. Trotzdem glaubten wir, wie bereits erwähnt, von einer eigenen Untersuchung nicht Abstand nehmen zu dürfen, da wir in manchen Punkten zu anderen Auffassungen gekommen sind, wie die genannten Autoren, und ferner, weil uns ein Material zur Verfügung stand, welches noch nicht eingehender bearbeitet worden ist, nämlich zwei in MÜLLER'scher Flüssigkeit conservirte Gehirne von *Phoca groenlandica* und *Phoca barbata*, beide aus Spitzbergen stammend. Aber auch die schon vielfach untersuchte *Phoca vitulina* wurde von uns in den Kreis unserer Untersuchungen gezogen, da die letzte Arbeit über diesen Gegenstand, von FRITZ THEODOR [2]), unserer Ansicht nach manche Unrichtigkeiten enthält. Wir bekamen ein noch lebendes Exemplar aus dem Frankfurter Zoologischen Garten durch die Güte des Directors desselben, Herrn Dr. WILHELM HAACKE.

Um den Leser nicht allzu sehr zu ermüden und die Uebersicht über den Bau des Gehirns in der ganzen Gruppe zu erleichtern, haben wir, wenigstens für die allgemeinen Verhältnisse und die Furchen des Grosshirns, die Form schematischer Nebeneinanderstellung gewählt. Die Nachtheile, welche eine derartige Gruppirung von Thatsachen mit sich bringt, werden durch den Vorzug der Uebersichtlichkeit reichlich aufgewogen. Die ersten drei Längsspalten enthalten durchweg eigene Angaben über die Gehirne von *Phoca vitulina, Phoca groenlandica* und *Phoca barbata*, die Angaben über *Otaria jubata* wurden der Arbeit MURIE's [3]), die über *Macrorhinus leoninus* und *Trichechus rosmarus* der TURNER's [4]) entnommen [5]).

Ein zweites Capitel enthält die Angaben über die Basis cerebri und die Nervenursprünge, ein drittes die über die Commissuren, in einem vierten werden die grossen Ganglien näher betrachtet, und das Schlusscapitel giebt eine kurze Characteristik des Pinnipediergehirns im Allgemeinen.

---

1) BROCA, Revue d'Anthropologie, S. 446.

2) FRITZ THEODOR, Diss. Freiburg.

3) MURIE, Researches, upon the Anatomy of the Pinnipedia. Part III. Transactions of the Zoolog. Soc. of London. Vol. VIII.

4) TURNER, Report of the scientif Results of the expl. Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. 26. Part 67.

5) Die kurze Beschreibung, welche MIVART von dem Gehirn der *Cystophora* giebt, genügt nicht für irgend welche Vergleichungen.

	Phoca vitulina L.	**Phoca groenlandica Nilss.**	**Phoca barbata Fabr.**
Maasse:	Grösster Querdurchmer: 8,6 cm. Grösster Längsdurchmesser des Grosshirns: 8,2 cm. Grösster Höhendurchmesser: 5,0 cm [1]).	Grösster Querdurchmesser: 8,2 cm. Grösster Längsdurchmesser: 7,9 cm. Grösster Höhendurchmesser: 4,2cm.	Grösster Querdurchmesser: 11,5 cm. Grösster Längsdurchmesser: 9,4 cm. Grösster Höhendurchmesser: 6 cm.
Allgemeine Form des Gehirns.	Längsoval bis trapezförmig, an beiden Seitenrändern leicht eingebuchtet.	Längsoval bis trapezförmig, an beiden Seitenrändern leicht eingebuchtet.	Längsoval bis trapezförmig, an beiden Seitenrändern leicht eingebuchtet.
Gewicht.	Das Gewicht des in Alkohol gehärteten Gehirns beträgt ohne Dura mater: 181 g [2]). Das Gewicht der rechten Hemisphäre: 67 g. Das der linken Hemisphäre: 68 g. Kleinhirn + dem am vorderen Ponsrand abgetrennten Hirnstamm + einem 4 cm langen Stück des Rückenmarks: 46 g.	Das Totalgewicht ohne Hüllen beträgt: 180 g, davon kommen auf das an den Hirnschenkeln ausgelöste Grosshirn: 140 g, auf das Kleinhirn: 40 g. Das Verhältniss von Kleinhirngewicht zu Grosshirngewicht ist 1 : 3,5.	Das Totalgewicht ohne Hüllen beträgt: 400 g, davon kommen auf das Grosshirn: 320 g, auf das Kleinhirn: 80 g. Das Verhältniss von Kleinhirngewicht zu Grosshirngewicht ist 1 : 4.
Das Kleinhirn.	Grösster Querdurchmesser ohne Flocke 6,9 cm, mit Flocke 7,5 cm. Grösster Längsdurchmesser 4,2 bis 4,3 cm. Form fast sphärisch. Kleinhirn in der Ansicht von oben auf einer Strecke von 2,1 cm freiliegend. Wurm und Hemisphären erscheinen nicht scharf getrennt.	Grösster Querdurchmesser: 7,7 cm. Grösster Längsdurchmesser: 4,4 cm. Form fast sphärisch. Kleinhirn in der Ansicht von oben auf einer Strecke von 2,9 cm freiliegend. Die Trennung von Wurm und Hemisphären ist eine ziemlich scharfe.	Grösster Querdurchmesser: 9,2 cm. Grösster Längsdurchmesser: 5,4 cm. Form fast sphärisch. Kleinhirn in der Ansicht von oben auf einer Strecke von 3,3 cm freiliegend. Die Trennung von Wurm und Hemisphären ist eine ziemlich scharfe.
Fissura Sylvii.	Die F. Sylvii besteht aus zwei Aesten, die fast rechtwinklig zu einander stehen, der vordere Ast ist an seinem vorderen Ende mit der F. rhinalis anterior identisch und geht, indem er die laterale Grenzfurche des Riechlappens bildet, in die F. olfactoria über. Hierbei zeigt eine genauere Beobachtung, dass die F. rhinalis anterior in der That in den Hauptzweig der Sylvischen Furche übergeht. Nach der von uns schon oben adoptirten Nomenclatur ist die Fortsetzung der F. rhinalis anterior auf den Boden der Fossa Sylvii als F. circularis externa zu bezeichnen. Ferner sieht man	Die F. Sylvii zerfällt in zwei Aeste, der vordere Ast mündet in die F. rhinalis ant. und die F. olfactoria, der hintere Ast verläuft steil, schräg nach hinten oben und hat eine Länge von 4,5 cm. Am oberen Ende spaltet sich der hintere Ast in einen kürzeren hinteren und längeren vorderen Schenkel.	Die F. Sylvii verhält sich ebenso wie bei *Phoca groenlandica*. Auf der linken Hemisphäre besteht eine Communication zwischen dem vorderen Schenkel des hinteren Astes der F. Sylvii und der F. suprasylvia.

1) Sehr auffällig sind die Zahlenangaben von SERRES, welcher für *Phoca vitulina* eine Hirnlänge von 101 mm, Breite von 49 mm, Höhe 44 mm angibt.

2) Zum Vergleiche möchten wir an dieser Stelle die Gewichte einiger anderer in Alkohol gehärteter Gehirne heranziehen. So beträgt das Gewicht des Gehirnes einer erwachsenen Katze 26 g, eines Ochsen 400 g, eines Igels 10 g, eines Hundes 53 g, eines Menschen 713 g.

	Macrorhinus leoninus.	**Otaria jubata Forst.**	**Trichechus rosmarus L.**
Maasse:	Grösster Querdurchmesser: 11,6 cm. Grösster Längsdurchmesser: 11,1 cm. Grösster Höhendurchmesser: 6,3 cm.	Grösster Querdurchmesser: 4 cm. Grösster Längsdurchmesser: 3,8 cm. Grösster Höhendurchmesser: 2,9 cm.	Grösster Querdurchmesser: 14,2 resp. 14,0 cm. Grösster Längsdurchmesser: 12,1 resp. 12,8 cm. Grösster Höhendurchmesser: 6 cm.
Allgemeine Form des Gehirns.	Form im Allgemeinen dreieckig, Spitze des Dreiecks vorn.	Form quadrilateral.	Breites Dreieck.
Gewicht.	Das Gesammtgewicht des Spiritusgehirns beträgt 1 Pfund $1^3/_4$ Unzen.	Das Gehirn ohne Häute wog in Spiritus gehärtet: 9,45 Unzen; woraus Murie das Gewicht des frischen Gehirns zu 12,2 Unzen berechnet.	Das Gewicht des Spiritusgehirns beträgt 24 Unzen, 7 Drachmen, das eines anderen 26 Unzen. Hiervon kommen bei letzterem Exemplar $20^1/_4$ Unzen auf das Grosshirn.
Das Kleinhirn.	Grösster Querdurchmesser: 9,2 cm. Grösster Längsdurchmesser: 5,2 cm.	Grösster Querdurchmesser: 3,9 cm. Grösster Längsdurchmesser: 1,5 cm. Grösster Höhendurchmesser: 1,8 cm.	Grösster Querdurchmesser: 112 resp. 94 cm. Grösster Längsdurchmesser: 60 resp. 58 cm.
	Kleinhirn in der Ansicht von oben hinten weiter freiliegend als bei *Phoca groenlandica* und *Halichoerus grypus*.	In den Seitentheilen stark vom Grosshirn überwölbt.	
Fissura Sylvii.	Ein vorderer Endast der F. Sylvii communicirt mit der F. suprasylvia [1]).	Die Sylvische Furche zerfällt in einen antero-verticalen Zweig (unser Ramus perpendicularis) und in einen post-obliquen Zweig. Auf Murie's Zeichnung erreicht derselbe fast die mediane Mantelkante.	Die Sylvische Furche endet mit 2 kurzen Gabelästen [1]).

1) Die von uns als F. ectosylvia antica bezeichnete so sehr characteristisch verlaufende Furche tritt auf Turner's Abbildungen der Gehirne von Macrorhinus und Trichechus als vorderer Schenkel seiner Suprasylvian fissure (s. u.) auf. Wir glauben, dass Gefässfurchen eine Verbindung mit der als Suprasylvian fissure bezeichneten Furche nur vorgetäuscht haben, zumal wir bei *Phoca*-Gehirnen Aehnliches gesehen haben. Speciell auf der Abbildung des Walrossgehirns könnte man übrigens schwanken, ob der vordere Gabelast der Sylvischen Furche oder die unmittelbar vor der Sylvischen Furche verlaufende Parallelfurche unserer F. ectosylvia ant. entspricht. Im ersteren Fall entspräche die letztere Furche einer inneren Parallelfurche der F. praesylvia.

	Phoca vitulina.	Phoca groenlandica.	Phoca barbata.
	beim Auseinanderzerren der Wände der Sylvischen Furche, dass auf der vorderen Wand derselben eine weitere Furche gelegen ist, welche ein grosses Seitengefäss der Arteria media cerebri aufnimmt. Diese Furche beginnt im hinteren medialen Winkel der Basalfläche des Stirnlappens sehr seicht, mit einem Verlauf von 2,3 cm. Im Innern der Sylvischen Furche erscheint sie an der Oberfläche und wendet sich sehr steil nach oben und zugleich etwas nach vorn. Da gleichzeitig die Sylvische Furche in ihrem Hauptast an derselben Stelle sich sehr entschieden nach hinten wendet, und ihre Vorderwand sehr niedrig wird, entsteht der Anschein einer Gabelung der Sylvischen Furche. Was den weiteren Verlauf der beiden gabelförmigen Aeste anbelangt, so ist der hintere bis in das Verzweigungsgebiet der F. suprasylvia zu verfolgen, während der vordere bereits nach einem Verlauf von 2,2 cm endet. Diese versenkte Furche bezeichnen wir als F. ectosylvia antica.		
Fissura rhinalis anterior.	Die F. rhinalis anterior zeigt keinerlei Andeutungen einer F. entorhinalis.	Die F. rhinalis anterior ist die Fortsetzung des Ramus anterior der F. Sylvii einerseits und des lateralen Endschenkels der F. olfactoria andererseits. Die F. entorhinalis ist schwach angedeutet.	Es finden sich dieselben Verhältnisse wie bei *Ph. groenlandica.*
Fissura rhinalis posterior.	Die F. rhinalis posterior ist deutlich zu verfolgen als laterale Grenzfurche des Lobus pyriformis. Am Ende desselben biegt ein Ast nach hinten ab (= Ram. post.), während der andere den Lobus pyriformis und die F. hippocampi fast umkreist. Vorn endet sie in der hinteren Wand der Fossa Sylvii. Ungefähr in der Verlängerung des nach hinten abbiegenden Astes zeichnet Broca eine Fissur, die er als F. calcarina bezeichnet.	Die F. rhinalis posterior verläuft als laterale Begrenzungsfurche des Lobus hippocampi, am Ende des Lobus hippocampi biegt ein stärkerer Ast in flachem Winkel lateralwärts ab. Der erste Theil ist 2,3 cm, der zweite Theil 2,4 cm lang, der letztere erreicht eben noch die laterale Convexität des Gehirns. Auf der linken Hemisphäre ist der hintere Schenkel vom vorderen durch eine Brücke getrennt.	Die F. rhinalis posterior ist durch einen vollständigen rückläufigen Bogen um das Ende des Lobus hippocampi charakterisirt. Zwei dem erwähnten hinteren Schenkel der F. rhinalis posterior bei *Ph. groenlandica* genau analog verlaufende Furchen sind auch hier vorhanden.
Fissura praesylvia.	Die F. praesylvia hängt mit der F. rhinalis nicht zusammen; sie zieht in einem nach hinten concaven Bogen, dessen Scheitel	Das untere Ende der F. praesylvia ist frei; schräg nach oben gehend, fast den Medianrand erreichend, und zwar in beiden	Die F. praesylvia beginnt äusserst nahe dem Ursprung der F. Sylvii und zieht zuerst in sagittaler Richtung vorwärts,

	Macrorhinus leoninus.	Otaria jubata.	Trichechus rosmarus.
Fissura rhinalis anterior.	Die F. rhinalis anterior ist vorhanden.	Bei Murie zur F. orbito-frontalis gehörig. Ausserdem zeichnet Murie noch 2 zu ihr parallele Furchen, F. orbito-frontalis media und externa.	Die F. rhinalis anterior ist deutlich vorhanden.
Fissura rhinalis posterior.	Die F. rhinalis posterior verläuft ebenso wie bei *Ph. vitulina,* sie hängt mit der F. splenialis nicht zusammen.	Als eigene Furche von Murie nicht bezeichnet. Die F. temporalis media u. anterior Murie's reichen beide nahe an die F. rhinalis posterior heran und dürften mit den von uns gezeichneten Aesten der F. rhinalis posterior zu homologisiren sein. Nach Broca zeigt die F. rhinalis posterior eine breite, oberflächliche Uebergangswindung. Eine versteckte Uebergangswindung ist auch auf seinem *Phoca*-Gehirn angegeben.	Die F. rhinalis posterior ist deutlich vorhanden; sie hängt mit der F. splenialis nicht zusammen.
Fissura praesylvia [1]).	Die F. praesylvia communicirt nicht mit der F. suprasylvia.	Nach Murie das untere und vordere Anfangstheil von dessen Fissura Rolando; zum Theil unterbrochen. Basalwärts in	Die F. praesylvia communicirt mit der Furche, welche Turner als F. lateralis benennt und welche unsrer F. suprasylvia entspricht.

1) Wir haben die herkömmliche Deutung der in Rede stehenden Furche als F. praesylvia zunächst acceptirt, möchten jedoch schon hier auf die Schwierigkeiten, welche sich hierbei ergeben, aufmerksam machen. Zunächst widerspricht dem morphologischen Wesen der F. praesylvia durchaus das Vorkommen von 1—2 genau parallelen Furchen, ebenso die wenigstens bei *Ph. vitulina* nach vorn und unten concave Biegung in dem Ursprungstheil in der Nähe der Sylvischen Furche. Ein weiteres Argument ergiebt sich auf Grund der Homologie der F. cruciata (als F. centralis). Die F. praesylvia kann nur vor, aber nicht hinter derselben endigen. Vielleicht ist vielmehr die F. infraorbitalis als F. praesylvia aufzufassen und die sog. F. praesylvia als F. suprasylvia ant. (ev. auch coronalis?).

	Phoca vitulina.	Phoca groenlandica.	Phoca barbata.
	von dem vorderen Gabelast der Sylvischen Furche 2 cm entfernt ist, steil nach oben und bleibt vom Medialrand nur 1,2 cm entfernt. Ein Seitenast verbindet das Ende derselben mit der F. lateralis. Der untere, bogenförmige Verlauf der F. praesylvia entspricht zugleich einer F. suprasylvia anterior.	Hemisphären vor dem Einschnitte des Ramus medius der medialen Hauptfurche. Eine Parallelfurche zur F. praesylvia beginnt am Ursprung der Sylvischen Furche, wo sie scheinbar einen Ramus perpendicularis derselben vorstellt. In der That handelt es sich jedoch um dieselbe F. ectosylvia antica, wie wir sie oben bei *Phoca vitulina* beschrieben haben. Vorn communicirt die F. praesylvia mit der F. suprasylvia, so dass sie zugleich den vorderen Schenkel der letzteren vertritt. Die beiden Hauptlängsfurchen des Gehirns die F. suprasylvia und F. coronalis kreuzen demnach beide die F. praesylvia.	biegt dann fast rechtwinklig um, um fast 2 cm vom Medianrand entfernt nochmals rechtwinklig nach hinten umzubiegen. Eine diesem rechteckigen Verlauf der F. praesylvia genau analog verlaufende concentrische Parallelfurche liegt zwischen der F. praesylvia und der auch bei *Phoca barbata* nicht fehlenden Fissura ectosylvia antica. Der letzte rechtwinklig nach hinten umgebogene Schenkel der F. praesylvia geht in die F. lateralis über.
Fissura suprasylvia.	Die F. suprasylvia verläuft im Ganzen horizontal, wechselt in ihrem Verlauf ausserordentlich an Tiefe und hat einen im Ganzen zickzackförmigen Verlauf; auf der linken Hemisphäre unseres Gehirnes kommt es an einer Stelle zu einer Ueberbrückung. Nach abwärts sendet dieselbe an einer Stelle einen kurzen Fortsatz zwischen die Endgabeln der Fiss. Sylvii. Auf die basale Fläche konnten wir dieselbe nicht verfolgen. Aus dem hinteren Theil der F. suprasylvia entspringt, allerdings durch eine tiefe Uebergangswindung getrennt, eine sehr starke und tiefe Furche, die schräg nach unten und vorn zieht (R. post. inf., von Krueg als F. suprasylvia post. bezeichnet). Ein anderer Ast zieht genau transversal im hinteren Theil zur F. lateralis hinüber.	Die F. suprasylvia verläuft horizontal in flachem, medialwärts convexem Bogen. Der vordere Schenkel ist, wie erwähnt, mit der F. praesylvia verschmolzen.	Nur die hintere Verlaufshälfte der F. suprasylvia ist als zusammenhängende Furche erkennbar. Sie mündet vorn in eine winklig abgebogene Verlängerung der Fissura ectosylvia antica. Vorn kann als eine Fortsetzung der F. suprasylvia, also als eine F. suprasylvia anterior eine Furche bezeichnet werden, die, wie bereits oben erwähnt, nach innen von der F. praesylvia und concentrisch zu derselben ein nach hinten und unten offenes Viereck beschreibt. Hinten reicht die F. suprasylvia in langem Verlauf bis auf die Basalfläche.
Fissura lateralis.	Dieselbe beginnt unter und hinter der F. cruciata am oberen Ende	Die F. lateralis beginnt 1 cm hinter der F. cruciata als F. coro-	Die F. lateralis entspringt als F. coronalis aus der F. praesyl-

	Macrorhinus leoninus.	Otaria jubata.	Trichechus rosmarus.
		Murie's Fissura antero-parietalis übergehend.	
Fissura suprasylvia.	Die F. suprasylvia communicirt mit der F. praesylvia und mit dem Endast und mit vorderen Aesten der F. Sylvii, namentlich mit der F. ectosylvia antica. Ein Ramus post. inf. ist deutlich ausgebildet [1]).	Von Murie als Fissura intraparietalis bezeichnet. Hinten in Murie's Fissura perpendicularis externa fortgesetzt, vorn zwischen unserer F. praesylvia und der Fiss. ectosylvia antica nach abwärts ragend. Eine Furche unter der Fiss. suprasylvia posterior wird als anterotemporal bezeichnet.	Die F. suprasylvia verhält sich ähnlich wie bei ***Macrorhinus leoninus***, sie liegt jedoch von der Sylvischen Furche etwas weiter entfernt. Vorn mündet sie in die F. praesylvia, hinten schickt sie einen R. post. inf. in den Temporallappen [2]).
Fissura lateralis.	Die F. lateralis schlingt sich als F. coronalis bis an das Ende der	Von Murie als Fissura Rolando bezeichnet, von welcher sie je-	Die F. coronalis communicirt weder mit der F. praesylvia,

1) Diese Furche, welche Turner auf seiner Abbildung des Gehirns von *Macrorhinus leoninus* als Suprasylvian Fissure (d. h., also auf das Hundegehirn und in unsere Nomenclatur übersetzt, als Fiss. ectosylvia) bezeichnet, ist nach unserer Auffassung als Lateral Fissure Turner's, also als F. suprasylvia nach unserer und der meisten deutschen Autoren Nomenclatur zu bezeichnen; hiernach ist bereits in der tabellarischen Zusammenstellung verfahren. Wir nehmen also nicht mit Turner das beginnende Versinken der ersten Bogenwindung in der Sylvischen Furche an, sondern die totale Versenkung der ersten Bogenwindung in der Sylvischen Furche resp. deren Verschmelzung mit der zweiten. Von der ersten Bogenfurche ist nur die von uns als F. ectosylvia antica angesprochene Furche noch vorhanden, diese letztere aber communicirt mit der zweiten Bogenfurche nicht. Für *Trichechus rosmarus* hat hingegen Turner — freilich nicht consequenter Weise — die Furchen, wie wir glauben, richtig bezeichnet.

2) Diese Furche ist die von Turner auf seiner Abbildung als Lateral Fissure bezeichnete; den Ramus post. inf. (mit ssp. bezeichnet) stellt er als eine Fortsetzung seiner Suprasylvian Fissure, also der ersten Bogenfurche dar, wie wir glauben, mit Unrecht. Wenigstens ist nach allen Analogien mit den übrigen Pinnipediergehirnen wahrscheinlich, dass die von T. gezeichnete Verbindung des R. post. inf. mit der unmittelbar vor der Sylvischen Furche verlaufenden Furche nur eine seichte Gefässfurche ist.

	Phoca vitulina.	Phoca groenlandica.	Phoca barbata.
	der F. praesylvia als F. coronalis und zieht erst in 2 Bogenlinien, dann ziemlich gerade bis zum Occipitalpol, von der medianen Mantelkante bleibt sie durchschnittlich 1,2 cm entfernt. Auf der rechten Hemisphäre ist dieselbe einmal unterbrochen. Am hinteren Pol steigt sie nicht auf die Basalfläche hinab, sondern endigt mit zwei an der hinteren Circumferenz entlang ziehenden Endästen.	nalis, zeigt eine schwache Einbiegung, die medialwärts concav ist (F. ansata), und verläuft dann der medianen Mantelkante annähernd parallel bis fast an das hintere Ende der Hemisphäre. Die Unterbrechung zwischen F. ansata und F. coronalis, welche Krueg für *Phoca vitulina* angiebt, fehlt. Da F. praesylvia und F. suprasylvia anterior hier verschmolzen sind, kann auch von einem Uebergang der F. suprasylvia anterior in die F. coronalis gesprochen werden.	via, zieht dann in leichter Zickzacklinie im Ganzen der medianen Mantelkante parallel nach hinten. Die erheblichste Ausschweifung findet sich in der Gegend der Pars ansata. In der Höhe der Vierhügel entfernt sich die Furche von der medianen Mantelkante und zieht in einem nach vorn aussen flachconcaven Bogen zum hinteren lateralen Pol der Hemisphäre. Ein bogenförmiges Furchenstück, welches das laterale Ende der F. cruciata umgiebt, ist als ein abgesprengter Theil der F. coronalis anzusehen (F. co').
Fissura ectolateralis.	Eine F. ectolateralis ist nicht scharf ausgeprägt.	Die F. ectolateralis ist von dem Verzweigungssystem der F. suprasylvia posterior nicht scharf zu trennen.	Eine unregelmässige H-förmige Furche zwischen F. suprasylvia posterior und F. lateralis könnte als F. ectolateralis angesprochen werden.
Fissura ectosylvia.	Die F. ectosylvia ist als Bogenfurche nicht zu erkennen, als F. ectosylvia anterior dürfte die oben bei der Fissura Sylvii besprochene Furche aufzufassen sein. Andeutungen eines hinteren Verlaufsstückes der F. ectosylvia sind vorhanden. Keine Communication mit der F. suprasylvia.	Die F. ectosylvia ist als Bogenfurche kaum zu erkennen, eine F. ectosylvia anterior erscheint als Perpendicularast der F. Sylvii. Keine Communication mit der F. suprasylvia.	Bei *Phoca barbata* ist dasselbe zu constatiren wie bei *Ph. groenlandica*. Nach hinten giebt die F. ectosylvia antica einen Ast ab, der seinerseits durch eine seichte Gefässfurche mit der F. suprasylvia zu communiciren scheint.
Fissura confinis.	Eine Fissura confinis ist weniger deutlich als bei *Phoca groenlandica* und *Ph. barbata*, sie beginnt auf der Medianfläche und schneidet etwa in der Mitte der medianen Mantelkante auf die Convexität ein, wo sie auf einer Strecke von 1,5 cm schräg nach oben verläuft.	Die F. confinis ist ausserordentlich deutlich unmittelbar am Medianrand der Hemisphären sichtbar. Dieselbe erreicht vorn das durch die F. ansata nach vorn ausgeschnittene Feld und endet hinten, sehr tief werdend, am äussersten hinteren Pole.	Der Verlauf ist derselbe wie bei *Ph. groenlandica*. Die F. confinis tritt als sehr deutliche Furche auf. Eine kleinere und seichtere Parallelfurche zwischen F. confinis und F. lateralis existirt bei *Ph. groenlandica* wie *Ph. barbata*.
Fissura genualis.	Als tiefe senkrecht aufsteigende Furche in beiden Hemisphären vorhanden. Als F. genualis bezeichnen wir stets die in der Fortsetzung der F. sublimbica gelegene Furche, als F. rostrata die in der Fortsetzung der F. splenialis gelegene Furche; wo nur eine von beiden Furchen deutlich ausgesprochen ist und es sich fragt, ob die eine vorhandene Furche die F.	Die F. genualis ist deutlich vorhanden, sie zieht im Bogen um das Genu, krümmt sich dann jedoch nicht um dasselbe nach hinten, sondern erreicht senkrecht nach oben weiter laufend fast die Mantelkante.	Die F. genualis mündet seicht in die F. sublimbica ein.

	Macrorhinus leoninus.	Otaria jubata.	Trichechus rosmarus.
	F. cruciata; die F. coronalis communicirt mit der F. praesylvia, von dem Hauptstück der F. lateralis ist sie auf der einen Hemisphäre durch eine Brücke getrennt. Die F. lateralis selbst ist gewunden und reicht fast bis zum hinteren Pol. Eine Parallelfurche, medial von der F. lateralis, die wir als F. confinis bezeichnen, ist deutlich entwickelt [1]).	doch nur einen Theil ausmacht. Sie endigt hinten ohne besondere Endäste vor dem hinteren Rand der Hemisphären.	noch mit Turner's F. medilateralis, unserer [2]) F. lateralis. Auf der einen Hemisphäre findet sich eine Ueberbrückung.
Fissura ectolateralis.	Eine F. ectolateralis wird von Turner nicht erwähnt.	Nicht vorhanden.	Eine F. ectolateralis wird von Turner nicht erwähnt.
Fissura ectosylvia.	Vorderer Schenkel vorhanden. S. oben Anm. zur F. Sylvii.	An Stelle der F. ectosylvia zeichnet Murie bei *Otaria* 2 parallele, von ihm als Fissurae temporalis mediae bezeichnete, mit dem hinteren Schenkel der F. Sylvii communicirende Furchen des Schläfenlappens.	Vorderer Schenkel vorhanden, vielleicht auch ein Mittelstück. S. oben Anm. zur F. Sylvii.
Fissura confinis.	Als F. confinis sprechen wir die von Turner als Mediolateral Fissure bezeichnete Furche an, auf der linken Hemisphäre deutlicher als auf der rechten.	Deutlich vorhanden. Nicht so weit nach hinten reichend, wie bei *Phoca groenlandica*; sie scheint hinten vertreten zu werden durch Murie's Fiss. perpendicularis interna. Eine Parallelfurche zwischen F. confinis und F. lateralis ist auf der rechten Hemisphäre von Murie gezeichnet.	Scheint zu fehlen. Die hier von Turner als Mediolateral bezeichnete, ungleich stärkere Fissur entspricht unserer F. lateralis (s. o.).
Fissura genualis.	In Turner's Text ist die F. genualis nicht erwähnt, in der Zeichnung indes andeutungsweise vorhanden.	Die F. genualis ist von Murie zum Theil als calloso-marginalis angesehen, mit der Fissura sublimbica nicht, wohl aber mit dem Ramus anterior Fiss. splenialis communicirend.	In Turner's Zeichnung ist die F. genualis andeutungsweise vorhanden, im Text nicht erwähnt.

1) Wie aus der Anm. zur F. suprasylvia hervorgeht, hätte Turner nach seiner Nomenclatur unsere F. lateralis nicht als Lateral, sondern als Mediolateral Fissure bezeichnen müssen.
2) Die von Turner richtig, aber nicht consequent als Mediolateral Fissure bezeichnete Furche.

	Phoca vitulina.	Phoca groenlandica.	Phoca barbata.
	splenialis oder F. sublimbica fortsetzt, bezeichnen wir sie als F. genualis. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Furchenlagerung bei *Equus caballus* unter anderem ergiebt, dass 3 Furchen zu unterscheiden sind, es tritt hier nämlich zwar die F. genualis in der erwähnten typischen Weise als Fortsetzung der F. sublimbica auf, die F. rostralis hingegen weicht sehr deutlich nach vorn ab, und die F. splenialis verlängert sich hinter der F. rostralis bis über die vordere Balkenkrümmung hinaus. Vergl. z. B. Krueg, l. c. Tafel 23.		
Fissura sublimbica anterior (nobis).	Wir bezeichnen als diese die vordere Fortsetzung der F. sublimbica, welche von dem Haupttheil durch einen breiten Querwulst getrennt ist. Auf unserer rechten Hemisphäre verschmilzt die F. sublimbica anterior, wie erwähnt, mit dem Ramus anterior der F. splenialis. Vorn communicirt sie mit der F. cruciata. Sie sendet zugleich zwei in gestrecktem Winkel auseinanderweichende, beide der Mantelkante parallel laufende Aeste, von welchen der hintere der stärkere ist, ab.	Die F. sublimbica anterior beginnt in der Fortsetzung der F. sublimbica, 4 mm von derselben entfernt, und schneidet nach einem Verlauf von 13 mm in die Mantelkante ein; sie geht hier direct in die F. cruciata über.	Hier erscheint die F. sublimbica anterior als deutliche Fortsetzung der F. sublimbica auf der einen Hemisphäre, auf der anderen ist sie weniger deutlich; sie hängt mit der F. genualis und F. splenialis zusammen und setzt sich vorn in die F. cruciata fort.
Fissura sublimbica.	Aus der Rindenmasse, die zwischen F. splenialis und Balkenwulst gelegen ist, erhebt sich auf der linken Hemisphäre eine aus dem Niveau der Medianfläche stark hervorspringende, den Balken umkreisende 9 mm breite Windung. In Folge des starken Hervortretens derselben entsteht oberhalb dieser Windung eine sehr tiefe mit der F. splenialis communicirende Furche, welche im Gegensatz zu den übrigen Furchen nicht senkrecht, sondern schief zur Oberfläche gestellt ist. Vorn endet dieselbe in dem Ramus horizontalis anterior der F. splenialis, in den sie seicht übergeht. Auf der rechten Hemisphäre zieht die F. sublimbica noch bis in die Höhe des Septum pellucidum und biegt dann in die F. corporis callosi ein. Wir bezeichnen diese reliefartig vorspringende Windung als Gyrus prominens.	In der Fortsetzung der F. sublimbica anterior beginnend, über dem Splenium corporis callosi unterbrochen, hinter demselben in einer der F. splenialis parallelen Furche sich fortsetzend. Auf der linken Hemisphäre geht die F. sublimbica direct in den Ramus ant. Fiss. splenialis über, auf der rechten sendet sie einen Ast zu demselben.	Bemerkenswerth ist die Communication erstens mit der F. genualis, zweitens mit der F. sublimbica anterior. Ferner wird sie an einer Unterbrechungsstelle über dem Splenium senkrecht gekreuzt von einem Verbindungsast der F. splenialis und F. corporis callosi.

	Macrorhinus leoninus.	Otaria jubata.	Trichechus rosmarus.
Fissura sublimbica anterior (nobis).	Deutlich vorhanden, setzt sich anscheinend direct in die F. cruciata fort.	Scheint vorhanden.	Fehlt durchaus.
Fissura sublimbica.	Entspringt ähnlich wie auf der linken Hemisphäre von *Phoca vitulina* aus der F. splenialis, da wo der Ramus medius abgeht, und begrenzt einen Gyrus prominens. Vorn geht sie zugleich in die F. sublimbica anterior über [1]).	Eine F. sublimbica ist deutlich vorhanden, durch einen senkrechten Ast mit der F. splenialis verbunden. Hinter diesem liegt zwischen F. splenialis und F. sublimbica eine tiefe Parallelfurche. Hinten endet die F. sublimbica noch vor dem Splenium corporis callosi.	Fehlt durchaus.

1) Wir möchten nicht mit TURNER die untere der beiden grossen Parallelfurchen als F. splenialis ansehen.

	Phoca vitulina.	Phoca groenlandica.	Phoca barbata.
Fissura splenialis.	Beginnt hinten durch eine sehr schmale Brücke von der F. rhinalis posterior resp. deren Umbiegungsstück um den L. hippocampi getrennt. In ihrem Verlauf auf der Unterfläche des Occipital-Gehirns giebt sie nach hinten eine Reihe ziemlich mächtiger Aeste ab, besonders stark ist ein 6 mm vom hinteren Ende der F. splenialis nach hinten und seitwärts ziehender, auf die Convexität hinüberreichender Ast, den wir, mit TURNER, als Ramus postero-horizontalis bezeichnen. Nach der Abgabe dieses Ramus schneidet die F. splenialis in leichten Biegungen schräg auf- und vorwärtsziehend mit einem Ast (Ramus medius) 6 cm vor der Hinterhauptsspitze in die Mediankante ein. Hinter dem Splenium giebt sie auf diesem Wege einen Ast zur F. suprasplenialis ab. Ein anderer Endast der Furche zieht dem Balken parallel nach vorne. Dieser Ast erreicht auf der einen Hemisphäre unseres Gehirns ohne Unterbrechung fast die mediale Mantelkante, 6 cm von der F. cruciata entfernt; auf der rechten Hemisphäre hingegen verschmilzt die Fortsetzung des vorderen Astes der Furche mit der F. sublimbica anterior. Dieser abweichende Verlauf hängt namentlich mit der grösseren Entfernung der F. sublimbica von der F. corporis callosi auf der rechten Hemisphäre zusammen (9 statt 4 mm). Was MIVART als Endast der Fiss. splenialis resp. seiner Fissura calloso-marginalis bezeichnet, sowohl bei *Ph. vitulina* wie bei *Otaria Gillespii*, ist nur als Ramus medius der F. splenialis aufzufassen.	Die Fissura splenialis beginnt 2 mm hinter der F. rhinalis posterior und zieht erst 4 mm nach hinten und oben, dann 5 mm nach oben und vorn, dann 11 mm wiederum nach hinten und oben und dann im Bogen um das Splenium und parallel dem Balken nach vorn. Bei der ersten winkligen Umbiegung ihres Verlaufes giebt sie nach hinten einen Ramus postero-horizontalis ab. Ueber der Grenze des hinteren und mittleren Balkendrittels angelangt, schneidet sie, schräg nach oben und vorn laufend, in die Mantelkante ein, und setzt sich noch 1 cm weit auf die Convexität fort. Diese Fortsetzung der F. splenialis ist als Ramus medius zu bezeichnen. Die dem Balken parallele Richtung des Hauptstückes der F. splenialis wird nach einer Unterbrechung von 6 mm wieder aufgenommen von dem Ramus anterior Fissurae splenialis, welcher in leicht geschlängeltem Verlauf 5—6 mm von der Mantelkante entfernt schräg nach vorn zieht und schliesslich eben noch in die vordere Mantelkante 2 mm hinter der F. cruciata einschneidet.	Die F. splenialis beginnt 7 mm von der F. rhinalis posterior entfernt, sie wendet sich in leichtem Zickzack über den Balkenwulst hinweg auf die Medianfläche, wo sie schliesslich circa 5 cm hinter dem Frontalpol des Gehirns in die mediane Mantelkante einschneidet (Ramus medius). Ganz zu Beginn ihres basalen Verlaufs giebt sie einen Ramus postero-horizontalis ab. Die Abbiegung des Ramus medius nach oben zur Mantelkante findet bereits hinter dem Splenium statt. Nach einer Unterbrechung von 4 mm setzt sich die F. splenialis in einer dem Balken annähernd parallel laufenden Furche fort, welche vorn in den vorderen Mantelrand einschneidet, 3 mm hinter der F. cruciata. Zwischen diesem Ramus anterior F. splenialis und der F. praesylvia besteht eine seichte Communication [1]).
Fissura suprasplenialis.	Die F. suprasplenialis beginnt 6 mm hinter dem Ramus medius der Fissura splenialis und zieht 4—5 mm von der Mantelkante entfernt parallel derselben nach hinten. Zweimal schickt sie einen Ast nach oben, welcher in die Mantelkante einschneidet. Mit ihrem Ende reicht sie bis auf die Basalfläche des Hinterhauptlappens hinab.	Die F. suprasplenialis ist als mehrfach unterbrochene Furche vorhanden. Sie liegt über der F. splenialis, dieser parallel. Vorn mündet sie in den zum Medianrand laufenden Schenkel der F. splenialis, hinten ist ein tiefer, senkrecht abgehender, in den Medianrand einschneidender Ast bemerkenswerth.	Die F. suprasplenialis ist verhältnissmässig klein, entsprechend dem frühen Einschneiden der F. splenialis (R. medius). Vorn ist sie mit derselben nicht verbunden, hinten fehlt der starke bei *Phoca groenlandica* erwähnte Seitenast.

1) Mit dem hier geschilderten Verlaufe und ebenso auch mit dem Verlaufe der F. splenialis, wie wir ihn für die linke Hemisphäre von *Phoca vitulina* schilderten, stimmt die von BROCA gegebene Abbildung eines *Phoca*-Gehirns überein. Nur der Ramus communicans zur F. suprasplenialis fehlt.

	Macrorhinus leoninus.	Otaria jubata.	Trichechus rosmarus.
Fissura splenialis.	Die F. splenialis giebt im Occipitaltheil einen Seitenast, den R. postero - horizontalis (Turner), ab. Sie communicirt mit der F. sublimbica. Der Ramus anterior horizontalis scheint aus dem sehr deutlich entwickelten Ramus medius zu entspringen. Beide erreichen die Mantelkante, und zwar der Ramus anterior etwas hinter der F. cruciata.	Die F. splenialis ist nur im Occipitaltheil als deutlich zusammenhängende Furche auf Murie's Zeichnung erkennbar. Ein Ramus medius ist vorhanden. Die vordere Fortsetzung unsrer F. splenialis bezeichnet Murie zum Theil als F. calloso-marginalis. Der Ramus postero-horizontalis wird von Murie als Fissura calcarina bezeichnet. Die von Murie als Fissura collateralis bezeichnete Furche steht mit der F. splenialis in keinem directen Zusammenhang. Wir bemerken hierzu, dass auch bei unserm Gehirn von *Ph. vitulina* eine collaterale Furche im Sinne Murie's von „H"-förmiger Gestalt zwischen dem Ramus postero - horizontalis F. splenialis und dem hinteren Ende der F. suprasplenialis vorhanden war. Auch das Gehirn von *Ph. barbata* zeigt hier eine ziemlich tiefe Furche, ebenso das Gehirn von *Ph. groenlandica.* Eine Communication mit der F. splenialis fehlt auch hier.	Die F. splenialis ist hinter dem Splenium corp. callosi einmal unterbrochen resp. überbrückt und endet vorn mit 2 Aesten, von welchen der eine die mediale Mantelkante hinter der F. cruciata erreicht, der andere in die F. cruciata selbst übergeht. Im Occipitaltheil erscheint auch hier die F. postero-horizontalis. Offenbar ist der erstere der beiden Aeste als Ram. anterior anzusprechen, der letztere aber als eine F. sublimbica ant.; im Uebrigen hat man sich die F. sublimbica mit der F. splenialis verschmolzen zu denken. Ein wohl characterisirter Ram. medius scheint zu fehlen. Uebrigens erlaubt die Turner'sche Zeichnung noch eine andere Auffassung: vielleicht ist die noch vor der von Turner als F. cruciata bezeichneten einschneidende Furche als F. cruciata anzusehen. Turner's F. cruciata wäre dann als R. anterior F. splenialis anzusehen und der oben als R. anterior bezeichnete Ast als ein weit nach vorn verschobener R. medius.
Fissura suprasplenialis.	Eine F. suprasplenialis ist zwischen der medianen Mantelkante und der F. splenialis gelegen.	Die F. suprasplenialis verläuft ähnlich wie bei *Phoca groenlandica.* Indem Murie das Hauptgewicht auf den hinten in die Mantelkante einschneidenden Ast legt, bezeichnet er die Furche als F. perpendicularis interna. Zum Theil dürfte auch Murie's eigenthümlich verlaufende F. perpendicularis externa sive occipitalis unserer Fiss. suprasplenialis entsprechen.	Die F. suprasplenialis hängt hinten mit der F. splenialis zusammen und ist nicht überall deutlich.

	Phoca vitulina.	Phoca groenlandica.	Phoca barbata.
Fissura cruciata.	Die F. cruciata entspringt vor resp. unter dem Ramus anterior Fiss. splenialis resp. aus unserer F. sublimbica anterior und zieht transversal über die Convexität der Hemisphäre, leicht nach hinten gerichtet, in einer Länge von 16 mm. Die Furche, welche MIVART auf Fig. 9 als F. cruciata bezeichnet, dürfte schwerlich einer solchen entsprechen, vielmehr ist die vor derselben in die Mantelkante einschneidende Furche als solche anzusehen. Mit dieser Deutung glauben wir mit TURNER und jedenfalls mit LEURET uns in Uebereinstimmung zu befinden; auch KRUEG und THEODOR verkennen die F. cruciata (l. c. S. 645).	Die F. cruciata entspringt aus der F. sublimbica anterior (nobis) und verläuft 1,5 cm weit auf der Convexität nach hinten und lateralwärts.	Die F. cruciata erscheint hier als directe Fortsetzung der F. sublimbica anterior, deren Richtung sie auch im Wesentlichen beibehält; ihr Verlauf auf der Convexität ist daher ein genau transversaler [1]).
Fissura praecruciata.	Eine deutliche F. praecruciata ist nicht vorhanden, wohl aber eine unregelmässig gestaltete F. postcruciata.		
Fissura intraorbitalis.	Die F. intraorbitalis besitzt eine Länge von 23 mm, vorn communicirt sie mit der F. olfactoria, hinten ist sie von der Spitze des Trigonum 12 mm entfernt, zwischen ihr und der F. praesylvia liegt auf einer unserer Hemisphären eine deutliche zusammenhängende Parallelfurche.	Die F. intraorbitalis beginnt je 6 mm von der F. Sylvii und der F. rhinalis anterior entfernt und zieht im Bogen zum vorderen Ende der F. olfactoria. Zwischen der F. intraorbitalis und der F. praesylvia findet sich noch eine Parallelfurche.	Die F. intraorbitalis beginnt 1,3 cm von der F. Sylvii und 1,8 cm von der lateralen Kante des Trigonum entfernt und zieht in einer Länge von 5 cm, ohne mit der F. olfactoria zu communiciren, vor dieser weg, bis fast an die mediane Mantelkante. Der F. cruciata nähert sie sich bis auf 4 mm. Zwischen ihr und der F. praesylvia liegt eine das laterale Ende der F. cruciata im Bogen umziehende Furche.

1) BROCA zeichnet auf seiner Abbildung eines *Phoca*-Gehirns zwei untere, gabelförmige Endäste der F. cruciata auf der Medianfläche, welche das obere Ende der F. genualis einschliessen. Der obere, resp. hintere dieser beiden Endäste hat die Lage einer F. sublimbica anterior. BROCA erwähnt zugleich die hochinteressante Varietät eines Uebergangs dieses Astes in die F. corporis callosi auf einer Hemisphäre eines *Otaria*-Gehirns.

	Macrorhinus leoninus.	Otaria jubata.	Trichechus rosmarus.
Fissura cruciata.	Die F. cruciata ist sehr weit vorn gelegen, ihre Ausdehnung auf der Convexität beträgt 3 cm.	Die F. cruciata ist relativ kurz und seicht, nach vorn und lateralwärts gerichtet; weit vorn gelegen.	Die F. cruciata ist sehr weit vorn gelegen, kurz.
Fissura praecruciata.	Die F. praecruciata entspringt aus den lateralen Partieen der F. cruciata und begrenzt mit dieser einen dreieckigen Lappen.	Eine F. praecruciata ist nur undeutlich vorhanden.	Nicht deutlich.
Fissura intraorbitalis.	Die deutlich entwickelte F. intraorbitalis wird median- und lateralwärts vom Gyrus supraorbitalis internus und externus begrenzt.	Mit der F. orbitofrontalis media Murie's identisch, aber diese communicirt nicht mit der F. olfactoria.	Vorhanden. Von einem Gyrus supraorbitalis internus und externus begrenzt.

Nachdem wir in vorhergehender Tabelle die einzelnen Befunde in Bezug auf die Convexität des Grosshirns niedergelegt haben, beschreiben wir nunmehr die Hirnbasis und die Nervenursprünge, sowie die Commissuren und Ganglien. Um Wiederholungen zu vermeiden, verlassen wir die Methode der schematischen Zusammenstellung und geben nur eine eingehendere Darstellung der betreffenden Verhältnisse bei *Phoca barbata* und *Phoca groenlandica*, indem wir das bei den anderen Arten Abweichende anhangsweise erwähnen [1]).

II. Basis cerebri und Nervenaustritte.

Phoca barbata.

Im Sulcus olfactorius liegt der 2 mm breite Tractus olfactorius. Gegen sein Ende schwillt derselbe an. Der Bulbus selbst war an unserem Exemplar abgerissen. In dem Trigonum olfactorii verbreitert sich der Tractus bis auf 5 mm. Sein Strang hebt sich in dem Dreieck an dessen lateraler Kante noch immer deutlich ab. Hinter dem Trigonum olfactorii vor der Subst. perforata antica zieht der Olfactorius dem Opticus fast parallel in einem Abstande von 9 mm. Die Breite des Tractus geht wieder auf 2 mm zurück. Zwischen den Schenkeln des Trigonum olfactorii liegt als deutlich abgesetzter Wulst der Lobe desert (Broca), auch Lobus olfactorius genannt.

Das Chiasma nervorum opticorum ist 6 mm breit, 5,5 mm lang und 2 mm dick. Der Tractus opticus ist bei seinem Ursprung aus dem Chiasma 3 mm breit, da, wo er über den Hirnschenkel sich wegschlingt, 4,5 mm. Das Chiasma ist von der Einkerbung vor dem Pons in gerader Linie 17 mm entfernt, von dem Pons selbst 14 mm, woraus sich ergiebt, wie mächtig die Masse des Pons vorn überhängt. Das Tuber cinereum ist ausserordentlich stark und deutlich entwickelt, ein Corpus mamillare ist in den hinteren Theilen deutlich erkennbar. Ein Infundibulum reicht bis zur Hypophyse und bis in den hinteren Winkel des Chiasma. Die Hypophyse ist ein Organ von über 7 mm Höhe und 1 cm Länge. Die Hirnschenkel werden zwischen dem Tuber cinereum und dem Pons in einer tiefen Einsenkung sichtbar. Die Tiefe dieser Einsenkung beträgt, gerechnet von dem Auseinandertreten der Hirnschenkel bis zu der Ebene der ventralsten Brückenfasern, 1,4 cm. Das Corpus mamillare hat 4 mm im Durchmesser und ist dem Oculomotorius-Ursprung sehr nahe gelegen, die Entfernung beträgt nur 2 mm; der Oculomotorius selbst war an unseren Präparaten abgerissen, an der Basis war er circa 2 mm breit.

Die Substantia perforata postica, welche den Grund dieser Einsenkung bildet, hat eine Länge von 5 mm.

Der Pons hat einen sagittalen Durchmesser von 2,3 cm, seine grösste Breite beträgt 4 cm, seine Dickenentwickelung ist entschieden vorn am mächtigsten. Der Nervus trochlearis ist ausserordentlich fein. Der Trigeminus entspringt in einer Breite von 9 mm als zusammenhängende, nicht in 2 Theile zerfallende Nervenmasse in den lateralsten, mittleren Ponsabschnitten. Seine Fasern nehmen einen stark nach vorn gerichteten Verlauf, welcher sich daher in sehr characteristischer Weise mit dem fast frontal verlaufenden Facialis und Acusticus kreuzt. Die lateralen Ursprungsfasern des Trigeminus werden daher vom Facialis geradezu verdeckt. Der Abducens ist in geringer Entwickelung vorhanden, er besteht aus mehreren Nervenfäden.

Die Oblongata ist ausserordentlich breit, ihr grösster Breitendurchmesser beträgt 3,2 cm. Die Pyramidenbahnen treten als deutliche Fasermassen in einer Breite von 6,5 mm unter dem Pons hervor. Nach hinten drängen sich ihre Fasern etwas zusammen. Die Breite jeder Pyramide beträgt daher in der Olivenhöhe nur 5 mm und unmittelbar vor der Kreuzung nur 4 mm. Der Beginn der Pyramidenkreuzung en

1) Taf. XIII, Fig. 1—6 sind hierzu zu vergleichen.

masse ist von dem hinteren Ende des Pons 2,6 cm entfernt. Ein freiliegendes Corpus trapezoides ist nicht sichtbar. Seitlich von den Pyramidensträngen erscheinen die grossen unteren Oliven als mächtige Hervorwölbungen. Die Länge derselben beträgt 1,1 cm, die Breite 5,5 mm.

Zwischen der Olive, den vordersten Abschnitten der Pyramidenstränge, dem Pons und dem in einer Breite von 9 mm freiliegenden Corpus restiforme liegt eine Einsenkung mit zahlreichen Gefässperforationen; in derselben lassen sich mehrere unregelmässige Erhöhungen wahrnehmen, lateralwärts erhebt sich dieselbe und giebt dem Facialis und Acusticus den Ursprung. Der erstere misst 2,5 mm, der letztere, mit seinen vorderen Fasern unter dem Facialis gelegen, misst fast 4 mm in der Breite.

Der Glossopharyngeus entspringt mit einem schwachen Wurzelfaden unmittelbar hinter dem Acusticus. Der Vagus entspsingt mit einem vorderen, schwächeren und einem hinteren, stärkeren Wurzelbündel 3 mm hinter dem Glossopharyngeus aus dem Corpus restiforme. Die Accessorius-Ursprünge liegen in einer von vorn lateralwärts nach hinten medialwärts gerichteten 7 mm langen Linie; es sind 8—10 Wurzelfäden. In der Flucht des Abducens-Ursprungs entspringt mit etwa 5 Wurzelfäden der Hypoglossus, seine Gesammtbreite beträgt kaum 1 mm.

Der Lobus pyriformis ist 3,1 cm lang, verschmälert sich nach hinten verhältnissmässig wenig, tritt sehr plastisch hervor, seine grösste Breite beträgt vorn 1,9, hinten 1,4 cm.

Phoca groenlandica.

Der Tractus olfactorius ist 1,5 mm breit, an der lateralen Kante des Trigonum olfact. ist er noch weiter 3 mm breit als weisser Streif zu verfolgen. 1,6 cm vom Uebergang in das Trigonum entfernt verschwindet er unter dem Lobus pyriformis. Jeder Nervus opticus ist 3 mm breit und etwa 2 mm dick. Das Chiasma selbst misst im sagittalen Durchmesser 4 mm, im frontalen Durchmesser 6 mm, jeder Tractus opticus in der Breite etwas über 3 mm, in der Dicke $1^1/_2$ mm. Das Tuber cinereum bildet eine breite, kegelförmige Masse, ein Corpus mamillare ist in seinem hinteren Theil zu erkennen. Die Gesammtlänge beträgt 9 mm. Von dem hinteren Ende des Tuber cinereum bis zum vorderen Ponsrand ist in gerader Linie nur ein Abstand von $1^1/_2$ mm. Dazwischen liegt die Einsenkung der Lamina perforata postica. Ein Infundibulum ist nur gering entwickelt. Der Trochlearis war nicht aufzufinden. Der Tractus olfactorius inserirt sich an der lateralen vorderen Ecke des Lobus pyriformis. Bemerkenswerth ist, dass der Tractus olfactorius bis zu dieser Insertion als deutlich gesonderter Strang zu verfolgen ist. Der Lobus pyriformis ist von der Substantia perforata antica nicht durch eine besondere Furche geschieden, eine scheinbare Trennung kommt nur dadurch zu Stande, dass aus dem verschmälerten hinteren Ende der Subst. perf. antica zwischen Tractus opticus und Tr. olfact. die vordere mediale Wand des Lobus pyriformis in sehr steilem Winkel sich erhebt.

Der Oculomotorius ist sehr dünn, knapp 2 mm breit. Der Pons zeigt, verglichen mit *Ph. barbata*, eine ausserordentlich tiefe mediane Längsfurche. In sagittaler Richtung misst er 1,5 cm, seine grösste Breite beträgt 3,6 cm. Der Trigeminus entspringt in 2 wohlgesonderten Portionen, die vordere, zugleich medialere, ist dünn und etwas über 1 mm breit. Die hintere, mächtigere ist 6 mm breit, fast 3 mm dick. Facialis und Acusticus entspringen wie bei *Ph. barbata*, der erstere ist 2 mm, der letztere 3 mm breit. Das Tuberculum zwischen Oliven und Corpus restiforme ist sehr deutlich ausgesprochen. Die Pyramiden sind weniger scharf gegen die Oliven abgesetzt, der Olivenwulst sehr erheblich. Die Länge der Haupterhebung misst 1 cm. Der Abducens entspringt als compacte Fasermasse von 1 mm Breite. Der Glossopharyngeus

entspringt etwas einwärts und hinter dem Acusticus als dünner Faden. Wir zählten 8—9 Wurzelfäden des Vagus. Der Accessorius und Hypoglossus liegen ähnlich mit ihren Ursprüngen wie bei *Ph. barbata.*

Der Lobus pyriformis ist 2,5 cm lang, seine grösste Breite beträgt 1,7 cm.

Phoca vitulina.

Der Tractus olfactorius ist fast 2 mm breit, der Bulbus olfactorius liegt vom Trigonum etwas über 2 cm entfernt. Das Trigonum erreicht eine Breite von 6 mm. Die mediale hintere Kante des Trigonums ist stark abgeflacht, der »Lobe desert« ist wenig deutlich ausgesprochen. Das Chiasma nervorum opticorum ist 6 mm breit, 5 mm lang und fast 2 mm dick.

Der Tractus opticus ist bei seinem Ursprunge aus dem Chiasma 3 mm breit. Vom Pons ist das Chiasma in gerader Linie 1,1 cm entfernt. Bemerkenswerth ist, dass eine Portio minor trigemini auf unserem Gehirn deutlich zu unterscheiden war, welche ihrerseits mit 2 Wurzelfäden entsprang.

Macrorhinus leoninus.

Die Länge des Bulbus olfactorius beträgt 1,6 cm, die Breite 0,6 cm, die Breite des Nervus opticus 0,4 cm, des Chiasma 0,8 cm, des Olfactorius 0,2 cm, der Portio major trigemini 0,7 cm, der Portio minor 0,15 cm, des Facialis 0,2 cm, des Acusticus 0,5 cm.

Die Länge des Pons beträgt 2,4 cm, die Breite 2,7 cm. Die Länge der Oblongata 2,4 cm, die grösste Breite 2,6 cm.

Die Pyramidenkreuzung ist nicht sehr deutlich. Der Accessorius ist stark entwickelt. Eine ovoide Erhöhung an der Basis der Oblongata liegt innerhalb der Richtungslinie des Hypoglossus-Ursprungs.

Trichechus rosmarus.

Die Länge des Bulbus olfactorius beträgt an der Basis 2,2 cm, die Breite desselben 1,1 cm, der Tractus olfactorius ist 0,3 cm breit. Das Tuber olfactorium ist 21 mm lang, 6 mm breit. Tractus und Nervus opticus sind 0,2—0,3 cm breit. Die Hypophysis ist viergetheilt.

Die Länge des Pons beträgt 3,0 respective 3,1 cm, die Breite 3,8—4,2 cm, die Länge der Oblongata 2,4 cm, ihre Breite 2,9 cm. Die sensible Trigeminus-Wurzel ist 1,3 cm breit. Olive vorhanden.

III. Commissuren.

Phoca barbata.

Balken. Der Balken verläuft fast horizontal, seine Gesammtlänge beträgt 4 cm, in seiner Mitte ist er seicht nach oben concav eingebogen. Ein Splenium, Genu und Rostrum sind deutlich unterscheidbar.

Die von Fritz Theodor angeblich bei *Phoca vitulina* gefundene Verschmelzung der beiden Gyri fornicati zu einem accessorischen Balken (Commissura suprema) fehlt bei *Phoca barbata* durchaus. Wir machen übrigens darauf aufmerksam, dass allerdings ab und zu beim Menschen Verschmelzungen der Rinde der Medianflächen beider Hemisphären in den basalen Theilen des Stirnlappens vorkommen. Auffällig an unseren Gehirnen schien nur die unverhältnissmässig starke, keilförmige Hervorwulstung des

Gyrus fornicatus speciell in dem über der F. genualis gelegenen Theil. Jedenfalls wäre die Theodor'sche Bezeichnung jener Verschmelzung als einer Commissur nur dann gerechtfertigt, wenn das Hinüberziehen markhaltiger Fasern in derselben von Theodor constatirt worden wäre, hiervon ist jedoch bei ihm gar keine Rede. — Das Balkensplenium hat eine Dicke von 9 mm, die Mitte des Corpus callosum eine solche von 4 mm, das Genu eine grösste Dicke von 6 mm.

Comm. anterior. Die C. anterior ist vor den Fornix-Schenkeln deutlich sichtbar, als ein cylindrischer, etwa 1 mm im Durchmesser messender Strang.

Comm. media. Die C. media seu mollis ist, da die Sehhügel in der Mitte äusserst nahe aneinandertreten, ausserordentlich schmal, sie stellt eine grosse, aber sehr dünne, im Ganzen quer-ovale Platte grauer Substanz dar, deren antero-posteriorer Durchmesser 11 mm, während der dorso-ventrale 8 mm misst. Um die Comm. media theilt sich der dritte Ventrikel wie um eine Insel, indem ein unterer Zweig sich direct zum Infundibulum wendet, ein oberer aber in weitem Bogen über die C. media wegzieht.

Comm. posterior. Die C. posterior ist als dünner dreikantiger Strang zwischen vorderen Vierhügeln und Zirbeldrüse sichtbar.

Phoca groenlandica.

Balken. Auch hier verläuft der Balken ziemlich horizontal, in seinem oberen Contour sind 2 Einsenkungen bemerkbar, seine Länge beträgt 3,4 cm. Das Splenium ist 3,5 mm dick, die Balkenmitte 2 mm, das Balkenknie 6 mm. Eine »Comm. suprema« konnten wir auch hier nicht bemerken.

Comm. anterior. Die C. anterior ist in fast derselben Mächtigkeit wie bei *Ph. barbata* zu finden.

Comm. posterior. Die C. posterior ist gleichfalls vorhanden.

Comm. media. Die C. media misst im antero-posterioren Durchmesser 6 — 7 mm, im dorso-ventralen 5 mm.

IV. Grosse Ganglien.

Phoca barbata.

Corpus striatum. Dasselbe ist mit seiner vorderen Spitze vom vorderen Pol des Gehirns etwa 1,75 cm entfernt. Es hat die schön geschweifte Gestalt wie bei den meisten Säugethieren. Die Gesammtlänge seines Corpus beträgt 3 cm, die Cauda steigt bis in den Pes hippocampi hinab. Die grösste Breite beträgt 1,7 cm. Die Ventricularfläche des Corpus striatum fällt ziemlich steil vor- und medianwärts ab.

Thalamus opticus. Der Thal. opticus stellt ein in seiner Längsaxe von unten vorn medialwärts nach oben hinten und lateralwärts gestelltes Ovoid dar. Der hintere Pol ist als Pulvinar zu bezeichnen. Etwas über der Ansatzfläche der C. mollis findet sich eine tiefe Einkerbung, aus welcher sich ein an Dicke nach hinten zunehmender Wulst erhebt. Dieser Wulst giebt die Habenula der Glandula pinealis ab, er dürfte daher als Ganglion habenulae zu bezeichnen sein. Das Gewölbe des Fornix legt sich wie eine Kappe über den hinteren oberen Theil des Thalamus opticus, um dann in den oberen Theil des Pes hippocampi herabzusteigen. Auf seinem Weg um den Hirnschenkel zieht der Tractus opticus noch fast 1 cm weit an der hinteren Wand des Pulvinar deutlich in die Höhe.

Corpora quadrigemina. Die vorderen Vierhügel sind mächtiger als die hinteren, in der Sagittallinie messen die ersteren 9 mm, die letzteren fast 6 mm. Die Commissur der hinteren Vierhügel ist 2,5 mm dick, die der vorderen fast 3 mm. Zwischen hinteren und vorderen Vierhügeln findet sich eine Einsenkung von fast 3 mm Tiefe. Die Höhe der hinteren Vierhügel misst, vom Boden des Ventrikels gemessen,

7 mm, die Höhe der vorderen 10 mm. Die Breite der hinteren, von der Seitenwand des Ventrikels gemessen, incl. Höhlengrau 1,1 cm, die der vorderen ebenso viel. Es ergiebt sich hieraus, dass die hinteren Vierhügel niedriger und schmäler, aber ebenso breit sind. Die Glandula pinealis erreicht eine Höhe von 5 mm. Der Hirnstamm unter den vorderen Vierhügeln, gemessen vom Boden des Aquaeducts bis zur Subst. perforata postica, hat eine Dicke von 8 mm. Die Dicke des Pons, wiederum gemessen vom Boden des Ventrikels unterhalb der Vierhügel, beträgt 18 mm, die Breite des Haubentheils des Hirnstamms in derselben Gegend 24 mm, unter den vorderen Vierhügeln 22 mm.

Nucleus lentiformis. Der Linsenkern tritt nur in undeutlichen Umrissen auf unseren Präparaten hervor. 3 Glieder waren nicht deutlich unterscheidbar. Capsula externa und Claustrum waren deutlich zu sehen. Ein Corpus geniculatum internum findet sich wenig deutlich ausgesprochen, dem Hirnschenkel aufsitzend, ein Corpus geniculatum externum deutlicher am Seitenrande des Tractus opticus. Das Hinterhorn des Ventrikels, welches wir hier anhangsweise erwähnen, ist gegenüber dem Unterhorn sehr schwach entwickelt.

Eine besondere Besprechung verdient noch die Insel. Um dieselbe zu verstehen, muss erwogen werden, dass die Sylvische Furche bei Hinwegnahme des Stirnlappens sich als directe Fortsetzung der Fiss. rhinalis anterior und olfactoria darstellt, ferner, dass der mehrfach erwähnte, dem Ramus anterior der Fiss. Sylvii ähnelnde, scheinbar aus derselben entspringende senkrechte Ast der Fiss. Sylvii bei tieferem Eingehen in dieselbe sich darstellt als eine in der vorderen Wand der Fiss. Sylvii bis auf die Basis hinablaufende Furche (F. ectosylvia ant.). Entfernt man den diese Furche von oben begrenzenden Wulst des Stirnlappens, so erhält man dasjenige Gebilde, was scheinbar zunächst bei *Phoca* als Insel anzusprechen ist. Das Limen der Insel würde gelegen sein an der hinteren unteren Ecke des Stirnlappens. Es zieht dieselbe alsdann nach hinten und oben, und zwar mit einer hinteren Fläche, welche in die Sylvische Furche schaut, und einer oberen, welche von der die Fiss. ectosylvia antica bedeckenden Windung überdacht wird. Es ergiebt sich hieraus weiter, dass die Insel im oberen Verlauf der Sylvischen Furche da, wo die Fiss. ectosylvia antica an die Hirnoberfläche tritt, gleichfalls frei liegt und ohne scharfe Grenzen in das Windungsgebiet der Convexität übergeht. Die Breite dieses Inselrudiments beträgt am Limen 5 mm, die Breite der in der Wand der Sylvischen Furche gelegenen Fläche 9 mm, die Breite der überdachten Fläche 15 mm, die Gesammtlänge bis zur Verschmelzung mit dem Windungsgebiet der Convexität 2,5 cm. Eine genauere zum Schluss folgende Erörterung der Homologien wird übrigens lehren, dass morphologisch die eben beschriebene Rindenfläche der Insel nicht schlechthin homolog ist, dass vielmehr nur ein viel kleineres Gebiet als Homologon der Insel in Betracht kommt.

Die grösste Tiefe der Fiss. Sylvii beträgt circa $1^1/_2$ cm. Die Fissura rhinalis posterior unterscheidet sich in der Art ihrer Verbindung mit der Fiss. Sylvii durchaus von der Fiss. rhinalis anterior. Die letztere stellt sich dar, ähnlich wie bei den Walen, als directe Fortsetzung des Hauptschenkels der Sylvischen Furche, die erstere endet seicht in der hinteren Wand der Sylvischen Furche. Das Characteristische der Insel von *Phoca* liegt darin, dass die Ueberwallung durch ein Operculum des Parietalgehirns scheinbar vollständig unterbleibt. Selbstverständlich geht aus dieser Darstellung auch hervor, dass das, was hier zunächst als Insel geschildert wurde, nur in seinen basalen Theilen der Insel des Menschen entspricht, dass die höher gelegenen Partieen indessen sehr wohl dem Parietalgehirn angehören können; es spricht hierfür besonders die Lagebeziehung zum Linsenkern.

V. Allgemeine Uebersicht über das Gehirn der Pinnipedier.

Die Fissura Sylvii nimmt hinten die Fiss. rhinalis posterior auf. Vorn verläuft in ihrer Vorderwand die F. ectosylvia antica. An ihrem Ende zerfällt die Fossa Sylvii, indem sich die F. ectosylvia antica auf die freie Convexität hinüberschlägt, nur scheinbar in 2 Aeste. Die F. praesylvia hängt mit der F. rhinalis anterior nicht zusammen, mit der Suprasylvia communicirt sie bald, bald nicht. Mit der F. lateralis kann sie zusammenhängen. Die Fiss. suprasylvia verläuft im Ganzen horizontal, sie giebt einen Ramus post. inf. ab. Die Fiss. lateralis trennt meist die Praesylvia von der Cruciata; sie kann in ihrem Verlauf überbrückt sein, bis auf die Basalfläche reicht sie nicht herab. Eine Fiss. ectosylvia postica fehlt, desgleichen eine deutliche Fiss. ectolateralis. Die Fissura confinis beginnt bei *Phoca vitulina* auf der Medianfläche und schneidet vorn in die Convexität ein. Die Fissura splenialis beginnt in der Nähe der Fissura rhinalis posterior, giebt auf der Unterfläche des Occipitalgehirns einen Ramus postero-horizontalis ab, alsdann oft einen Verbindungsast zur Fissura suprasplenialis, dann einen Ramus medius, der in den Mantelrand einschneidet, und endet in einem Ramus anterior, der mit der F. sublimbica verschmelzen kann und etwas hinter der F. cruciata in den Mantelrand einschneidet. Die F. cruciata steht jedoch mit einem unteren Zweig des letzterwähnten Ramus anterior F. splenialis zuweilen in Verbindung, fast stets mit einer deutlichen F. sublimbica ant. Die F. suprasplenialis ist ziemlich deutlich vorhanden und kann mit dem Ramus medius der F. splenialis verbunden sein. Die F. genualis communicirt nicht mit der Fiss. splenialis, zuweilen mit der F. sublimbica; indem der Endast der F. cruciata zwischen F. genualis und F. splenialis eindringt, kommt eine Theilung des »plis de passage fronto-limbique« (Broca) zu Stande.

Wir können nicht mit George Mivart[1]) in dem Vorkommen eines »Ursine-Lozenge« eine besonders bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit des Pinnipedier-Gehirns im Allgemeinen sehen, und noch weniger möchten wir mit diesem Autor phylogenetische Beziehungen der Pinnipedier zu den Ursiden aus dem Vorkommen dieses Windungslappens bei beiden folgern. Mivart fand diesen Lappen speciell bei *Otaria Gillespii*, Turner fand ihn weder bei *Phoca* noch *Macrorhinus* noch *Trichechus* ausgeprägt. Auch unsere Untersuchungen an *Phoca*-Gehirnen bestätigen Turner's Auffassung. Doch möchten wir auf die später folgende Beschreibung des Gehirns von *Meles taxus* hinweisen. Ein Vergleich mit dem Dachsgehirn legt die Annahme nahe, dass die von den sich auf der Medianfläche gabelnden Endästen der F. cruciata eingeschlossene dreieckige Fläche des Pinnipedier-Gehirns der auf der Convexität gelegenen aire losangique der Ursiden homolog ist.

4. Das Gehirn der Carnivoren.

In diesem Kapitel soll eine vergleichende Uebersicht über das Gehirn der eigentlichen Carnivoren gegeben werden, die man auch als Fissipedier zusammen mit den Pinnipediern zu einer Gruppe der Carnivoren in weiterem Sinne zusammenfasst. Die systematische Eintheilung wird wohl einiges Befremden erregen, die Musteliden sind zu den Bären gestellt worden, die Hyäniden zu den Felinen. Es sind mehr practische Gründe, welche uns, in Anlehnung an Krueg, dazu geführt haben, in unserem Schema die einzelnen Familien derartig zu vertheilen.

Kaum eine Thiergruppe, mit Ausnahme der Primaten, ist so genau in Bezug auf Bau des Gehirns untersucht worden wie die der Carnivoren. Abgesehen von den älteren Werken Leuret's, Owen's u. s. w. finden sich zwei Arbeiten, welche in zusammenfassender Weise einen Ueberblick über das Gehirn der

1) G. Mivart: Notes on the cerebral convolutions of the Carnivora. Journal of the Linn. Soc. London. Vol. XIX. 1884.

Gruppe geben, die eine von KRUEG [1]), die andere von PANSCH [2]). Beide wurden bei Aufstellung unseres Schemas in überwiegender Weise benutzt. MEYNERT's [3]) Angaben über das Bärengehirn etc. kamen ebenfalls zur Verwendung. Eigene Nachuntersuchungen am Hunde-, Fuchs- und Katzengehirn sind zur Entscheidung strittiger Fragen in ausgedehntem Maasse angestellt worden. Insbesondere ist auch das Fötalgehirn des Hundes und der Katze zur Untersuchung gekommen, desgleichen 3 Gehirne von *Lutra vulgaris*, je 1 Gehirn von *Putorius furo, Putorius foetidus*, *Mustela foina* und *Meles taxus*.

	Canidae.	**Felidae, Hyaenidae, Viverridae.**	**Ursidae, Mustelidae.**
Fissura Sylvii.	Constante Verbindung mit der Fissura rhinalis anterior oder statt dessen mit der F. praesylvia. Ende nach kurzem Verlauf einfach oder gabelig.	Ziemlich kurz; erst spät entwickelt, in einzelnen Fällen gegabelt endend. Constante Verbindung mit der Fissura rhinalis anterior und posterior. Communication mit der F. praesylvia kommt vor. Bei den **Hyaeniden** ist auch die Verbindung mit der F. praesylvia constant, bei *Proteles* nicht. *Viverra genetta* und *paradoxus*: Die Sylvische Furche ist ziemlich lang, bei *Viverra suricata* und bei *Herpestes* sehr kurz, fast fehlend. Fast stets Communication mit den beiden FF. rhinales, ebenso mit der F. praesylvia, die jedoch bei *Herpestes* und *Viverra suricata* in KRUEG's Zeichnungen fehlt. Nach PANSCH findet sich zuweilen vor derselben noch eine ähnliche kleine Einkerbung.	**Musteliden**: Immer lang, stark rückwärts gerichtet, stets Communication mit der F. rhinalis anterior, posterior und der F. praesylvia. Bei **Procyoniden** findet sich genau dasselbe. **Ursiden**: die F. Sylvii ist lang. Die F. praesylvia ist mit dem Processus anterior der Sylvischen Furche, resp. mit der F. rhinalis anterior verbunden, meist keine deutliche Communication mit der F. rhinalis posterior.
Fissura ectosylvia.	Pars anterior und posterior sind unverbunden beim Fötus angelegt, später fast stets verbunden; seicht. Bei *Icticyon venaticus* kann der vor dem hinteren Schenkel gelegene Theil der 1. Bogenwindung rudimentär werden [4]).	Pars anterior und posterior sind stets unverbunden, erstere biegt vorn in sagittaler Richtung ab (auf das untere Ende der F. coronalis zu). **Hyaeniden** und **Proteliden**: Pars anterior fehlt stets resp. verschmilzt mit der F. suprasylvia anterior. Nach PANSCH ist die F. ectosylvia antica bei *Hyaena striata* oberflächlich mit der F. rhinalis verbunden. Bei *Hyaena crocata* fehlt auch die F. ectosylvia postica [5]). **Viverriden**, sens. strict.: Pars anterior ganz oder fast ganz fehlend, nur bei *Herpestes* und *V. suricata* vorhanden, ausnahmsweise sogar mit der Pars post. verbunden. Eine Fiss. diagonalis im Sinne KRUEG's fehlt stets.	**Musteliden** und **Ursiden**: Fissura ectosylvia ganz fehlend, resp. mit der F. suprasylvia verschmolzen, nach KRUEG. MEYNERT hingegen bezeichnet KRUEG's F. suprasylvia als F. ectosylvia.

1) KRUEG: Ztschr. f. wissensch. Zoologie. XXXIII. 1879.
2) PANSCH: Morphologische Jahrbücher.
3) MEYNERT: Arch. f. Psychiatrie. VII. 1877.
4) FLOWER: P. Z. S. 1880. MIVART: Journ. of the Linn. S. 1886. Vgl. auch GARROD und GERVAIS.
5) WATSON and YOUNG: On the anatomy of *Hyaena crocata*. Proceed. Zool. Soc. London 1879.

	Canidae.	Felidae, Hyaenidae, Viverridae.	Ursidae, Mustelidae.
Fissura diagonalis.	Zwischen F. suprasylvia und F. praesylvia als seichte, nahe der Pars anterior der F. ectosylvia entspringende Impression, nach KRUEG. (Zweifelhaft!)	Entspringt aus der Pars ant. der F. ectosylvia und verläuft zwischen F. suprasylvia und F. praesylvia bis in die Nähe der F. coronalis. Bei *Cynailarus jubatus* (Syn.: *Felis jubata*) zeichnet KRUEG eine Verbindung mit der F. praesylvia. **Hyaeniden** und **Proteliden**: fehlt. **Viverriden** in weiterem Sinne: fehlt.	**Musteliden**: fehlt. **Procyoniden**: fehlt. **Ursiden**: fehlt.
Fissura suprasylvia.	Stets einheitlich. Eine Ausnahme bildet nur das von WILDER [1]) auf der Tafel III Fig. 14 abgebildete Gehirn. Eine von dem vorderen oberen Winkel schräg vor und aufwärts ziehende Furche ist von LANGLEY als F. ansata minor bezeichnet worden.	Stets einheitlich. PANSCH kennt Ausnahmen, er sah in einem Falle eine Verbindung des vorderen Schenkels mit der F. ectosylvia. **Hyaeniden**: stets einheitlich. Bei *Proteles* geht vom hinteren oberen Ende ein Ast nach hinten oben [2]). **Viverriden** im engeren Sinne: desgleichen. *Herpestes paludosus*: desgl. *Herpestes ichneumon*: Fiss. suprasylvia posterior fehlt. *V. suricata*: F. suprasylvia posterior und anterior getrennt.	**Musteliden, Procyoniden, Ursiden** [3]): die F. suprasylvia ist stets einheitlich, im vorderen Schenkel der F. Sylvii sehr nahe gerückt, mit der Fiss. ectosylvia verschmolzen.
Fissura ectolateralis.	Vorhanden, wenig weit nach vorn reichend. Beim Hund, nach PANSCH und LEURET, zuweilen oberflächlich mit der F. lateralis oder suprasylvia verbunden.	Höchstens ein hinterstes Stück vorhanden und mit der F. medilateralis verbunden. **Hyaeniden** und **Proteliden**: fehlt. **Viverriden** in weiterem Sinne: fehlt, höchstens bei *Herpestes paludosus* vorhanden.	**Musteliden** und **Procyoniden**: bei den grösseren Thieren im hinteren Theil stets bedeutender als die F. medilateralis, zuweilen mit der F. lateralis verbunden [4]). So auch bei *Melivora*, wo sie als hinterer Bogenschenkel der F. lateralis auftritt. **Ursiden**: stets vorhanden, meistens mit der F. lateralis verbunden, sehr lang.
Fissura lateralis.	Gewöhnlich durch die F. ansata mit der F. coronalis zusammenhängend, hinten meist mit der F. medilateralis verbunden. Nach PANSCH beim Fuchs mit der F. ansata stets, beim Hund nicht immer verbunden.	Fast stets mit der F. ansata verbunden, letztere mit der F. coronalis bald verbunden, bald nicht verbunden, hinten ist die F. lateralis öfter mit der F. medilateralis verbunden als nicht.	**Musteliden**: kurz, stets mit der F. ansata verbunden, diese, ausser bei *Lutra*, stets mit der F. coronalis; hinteres Ende manchmal mit der F. ectolateralis in Verbindung. Bei *Lutra* ist nach PANSCH die F. late-

1) WILDER: Cerebral variation in domestic dogs and its bearing upon scientific phrenology. Proc. Am. Assoc. 1873. Auch ist zu vergleichen von demselben Autor: The brain of the cat. Americ. Philosoph. Soc. 1881. Ferner: The outer cerebral fissures of Mammalia, especially Carnivora and the limits of the homology. Proceed. of the Americ. Assoc. 1873.

2) FLOWER: On the anatomy of Proteles cristatus. Proceedings of the Zoolog. Soc. of London 1869.

3) Ueber die Grosshirnfurchen des Dachses fügen wir wegen des ausserordentlichen Interesses, welches dies Gehirn als Uebergangsform darbietet, hier noch folgende Bemerkungen auf Grund eigener Untersuchung im Zusammenhang ein. Die Fiss. Sylvii ist eher kurz. Die F. rhinalis anterior giebt ausser der F. praesylvia, welche durch einen gabelförmig nach vorn sich abzweigenden Endast auffällt, noch einen weiter nach vorn gelegenen senkrechten Ast ab. Die Fiss. suprasylvia hat einen deutlichen Spitzenfortsatz, die F. lateralis, welche als vollkommene Bogenfurche mit langem hinteren Schenkel entwickelt ist, giebt an den winkligen Knickungen ihres Verlaufes drei kurze Fortsätze ab. Eine F. postcruciata ist deutlich vorhanden. Medialwärts von der Endgabel der sehr senkrecht aufsteigenden F. praesylvia ist noch eine kurze sagittal verlaufende Furche (F. prorea) anzutreffen, desgleichen eine sagittal ziehende Furche unterhalb des nach vorn ziehenden Endastes der F. praesylvia. Die F. cruciata entspringt direct aus der dem Medianrand sehr nahe verlaufenden F. splenialis; sie giebt eine in die mediane Mantelkante einschneidende F. praecruciata ab. Auf der rechten Hemisphäre des von uns untersuchten Gehirnes scheint die F. cruciata unten gablig zu enden; der vordere Gabelast erweist sich als eine winklig abgebogene Fortsetzung der F. praecruciata. Unterhalb der F. splenialis ist eine Parallelfurche (F. sublimbica) deutlich entwickelt.

4) Bei *Mustela foina* ist die F. lateralis in einen hinteren unteren Bogenschenkel ähnlich wie bei Ursiden verlängert. Bei *Putorius furo* fanden wir auf einer Hemisphäre eine völlig selbständige F. ectolateralis. Bei *Putorius foetidus* fehlte sie ganz, die F. lateralis war sehr kurz.

	Canidae.	Felidae, Hyaenidae. Viverridae.	Ursidae, Mustelidae.
		Hyaeniden: constante Verbindung aller vier Furchen. **Viverriden**: immer mit der F. ansata verbunden, diese fast immer mit der F. coronalis. Das hintere Ende ab und zu mit einer ganz kurzen F. medilateralis verbunden.	ralis in zwei Theile zerfallen, und von der F. coronalis, welche stark lateralwärts gedrängt ist, getrennt [1]). **Procyoniden**: dasselbe. **Ursiden**: F. lateralis stets mit der F. ansata verbunden, diese fast stets mit der F. coronalis. Stets kurz, meist in die F. ectolateralis übergehend.
Fissura confinis.	Kommt als seichte Depression öfters vor. Von Langley sehr zweckmässig als F. entolateralis bezeichnet.	Geht häufig in die F. medilateralis über, wenn die letztere nicht in die F. lateralis übergeht. Sehr seicht. **Hyaeniden**: nur undeutlich. **Proteliden**: desgleichen. **Viverriden**: nicht deutlich.	**Musteliden**: als Impression oft vorhanden. Bei *Lutra* häufig in zwei Theile zerfallen. **Procyoniden**: unbedeutend oder gar nicht ausgebildet. **Ursiden**: viele kleine Furchen, keine ausgeprägte F. confinis.
Fissura medilateralis.	Die F. medilateralis erscheint hier nur als hintere Fortsetzung der F. lateralis, in fast keinem Falle als selbständige Furche; sie fehlt nie. Langley bezeichnet sie als F. postlateralis.	Etwas öfter mit der F. lateralis verbunden als nicht [2]), in letzterem Falle liegt offenbar eine Verschmelzung mit der F. ectolateralis vor, welch letztere, wie erwähnt, den Katzen fehlt. Stets vorhanden. Zuweilen mit der F. suprasylvia posterior oder der F. confinis verbunden. **Hyaeniden**: nur als Fortsetzung der F. lateralis vorhanden, mehrfach sehr kurz, bei *Proteles* wohl fehlend. **Viverriden**: sehr kurz, zuweilen mit der F. lateralis, öfter mit Andeutungen einer F. confinis verschmolzen.	**Musteliden**: ab und zu in geringer Länge vorkommend, stets kleiner als die F. ectolateralis. **Procyoniden**: sehr schwach. Auf die Medianfläche nie übergreifend. **Ursiden**: lang, nie mit der F. lateralis verbunden, hinten auf die hintere untere Fläche übertretend. Vor ihr viele accessorische Furchen.
Fissura genualis.	Beim Fuchs selten, beim Hund häufig, beim Wolf constant [3]). Im Gegensatz zu Langley betonen wir, dass häufig noch eine Parallelfurche oberhalb der F. genualis beim Hunde vorkommt. Einmal sah Langley die F. genualis in die F. cruciata übergehen.	Von Krueg nicht gezeichnet. Bei *Proteles* bis zur F. cruciata hinaufreichend, von einer seichten, oberen Parallelfurche begleitet. **Viverriden**: bei Krueg nicht gezeichnet.	**Musteliden**: höchstens andeutungsweise vorhanden [4]). In der Regel besteht die F. genualis bei *Lutra* aus zwei sehr variabel gelegenen Theilen. **Procyoniden**: desgleichen. **Ursiden**: stets vorhanden. Unter der F. genualis noch eine constante, vielleicht als F. rostralis zu bezeichnende Furche.
Fissura postsplenialis.	Stets vorhanden, oberhalb des hinteren Schenkels der F. splenialis verlaufend [5]). Häufig existirt eine analoge F. praesplenialis vor dem Ramus medius F. splenialis beim Hund.	Meist vorhanden. **Viverriden**: vielleicht schwach vorhanden.	**Musteliden**: bei den grösseren Species oft vorhanden. **Procyoniden**: vorhanden. **Ursiden**: ziemlich deutlich vorhanden.

1) Uns standen zum Vergleiche drei gut erhaltene Hirne von *Lutra vulgaris* aus der hiesigen vergl.-anatomischen Sammlung zur Verfügung.

2) Mit Unrecht haben also Lussana und Lemoigne eine Uebergangswindung ihrer »terza e quarta convoluzione« an dieser Stelle in ihren »tipo felino« als characteristisches Merkmal aufgenommen.

3) Richtiger würde diese Furche wohl als F. rostralis bezeichnet, in Anlehnung an die Verhältnisse bei den Ungulaten und Pinnipediern, wonach die in der Verlängerung der F. splenialis gelegene Furche als F. rostralis zu bezeichnen ist.

4) Die Uebergangswindung zwischen F. genualis und F. splenialis werden wir mit Broca als »plis de passage prélimbique ou fronto-limbique« bezeichnen.

5) Richtiger dürfte diese Furche als F. suprasplenialis posterior zu verzeichnen sein.

	Canidae.	Felidae, Hyaenidae, Viverridae.	Ursidae, Mustelidae.
Fissura splenialis.	Hinten beim Fuchs nie, beim Hund oft, beim Wolf stets mit der F. rhinalis posterior verbunden [1]), vorn fast ausnahmslos mit der F. cruciata (Krueg). Nach Pansch findet sich bei *Vulpes* ein seichter Zusammenhang mit der F. rhinalis posterior. Ein Ramus medius, welcher vor der Fiss. cruciata einschneidet, kommt vor. Fälschlich scheint Langley diesen Ramus medius als Hauptendast der Fissur anzusehen. Zwei hintere Seitenäste, die beim Hund aus der Verbindung von F. rhinalis posterior und F. splenialis entspringen und auch von uns öfters gefunden worden sind, sind von Langley als Rami recurrentes F. splenialis bezeichnet worden. Broca behauptet, regelmässig hinter dem Endast der F. splenialis eine dieselbe unterbrechende Uebergangswindung gefunden zu haben. Bei den Katzen soll sie noch deutlicher sein. Wir konnten dieselbe nur als Variation constatiren.	Nie mit der F. rhinalis posterior verbunden, fast nie mit der F. cruciata. Bei *Proteles* mit der F. cruciata verbunden, mit der F. rhinalis posterior nicht. Desgleichen bei *Paradoxurus*. Bei *Proteles* existirt ein Ramus postero-horizontalis.	**Musteliden**: äusserst selten mit der F. rhinalis posterior verbunden, stets mit der F. cruciata. Bei *Lutra* giebt sie auf der Unterfläche des Temporo-Occipitallappens sehr bemerkenswerther Weise Zweige nach vorn ab. **Procyoniden**: von der F. rhinalis posterior getrennt, mit der F. cruciata bei *Procyon* verbunden, bei *Nasua* nicht. **Ursiden**: mit der F. rhinalis posterior häufig verbunden, dabei der F. hippocampi ausserordentlich nahe gelegen, nie direct mit der F. cruciata verbunden, der horizontale Ast sehr kurz. Zwischen ihr und der F. genualis viele accessorische Furchen.
Fissura suprasplenialis.	Fehlt beim Fuchs, ist constant beim Hund, aber meist von der F. postsplenialis getrennt, beim Wolf constant vorhanden und stets mit der F. postsplenialis verbunden.	Meist vorhanden. **Viverriden**: nichts bekannt. **Hyaeniden**: bei *Proteles* vorhanden (Flower). Ein von Flower gezeichneter Furcheneinschnitt in den Medianrand hinter der F. cruciata entspricht möglicherweise einem abgesprengten Theile der F. suprasplenialis, vielleicht auch einem Ramus med. Fiss. splenialis.	**Musteliden**: fehlt stets, doch findet sich bei *Lutra* eine bis jetzt nicht beschriebene, nicht unwichtige Fissur, welche unter der hinteren Mantelkante verläuft und einer F. suprasplenialis superior entspricht. **Ursiden**: nicht constant.
Fissura coronalis.	Gewöhnlich mit der F. ansata und durch diese mit der F. lateralis zusammenhängend, durch letztere mit der F. medilateralis.	Kürzer, mehr lateral gelegen, mit der F. ansata ebenso oft verbunden als nicht. **Hyaeniden** und **Proteliden**: stets mit der F. ansata und dadurch mit der F. lateralis und F. medilateralis verbunden. **Viverriden** sensu strict.: länger als bei den **Mangustoiden.** Bei *Herpestes paludosus* und bei *Viverra zivetta* findet sich am Vorderende ein medialer Fortsatz (F. postcruciata?). Fast stets mit der F. ansata verbunden.	**Musteliden**: ausser bei *Lutra* stets mit der F. ansata verbunden. Bei *Lutra* oben und unten je eine Parallelfurche zur F. coronalis, die untere Parallelfurche ist mit der F. coronalis verbunden. Bei *Mellivora* mit der Fissura praesylvia verbunden. **Procyoniden**: bei *Cercoleptes* und *Nasua* stets, bei *Procyon* nie mit der F. ansata verbunden. **Ursiden**: stets lang, weit lateral gelegen, fast stets mit der F. ansata verbunden. In der Mitte des Verlaufs ein kurzer, seichter Fortsatz, hinter der F. cruciata.

1) Broca nimmt freilich auch in diesen Fällen die Existenz einer versenkten Uebergangswindung zwischen F. rhinalis posterior und F. splenialis an.

	Canidae.	Felidae, Hyaenidae, Viverridae.	Ursidae, Mustelidae.
Fissura ansata.	Meist mit der F. coronalis und der F. lateralis verbunden.	Ebenso oft mit der F. coronalis verbunden als nicht, mehr nach vorn gelegen als bei den Caniden, fast stets mit der F. lateralis verbunden. Stets ein medialer Ast vorhanden. Einmal von Wilder eine hintere Verbindung mit einem Fortsatz der F. suprasylvia beobachtet. **Hyaeniden**: fast stets ein medialer Fortsatz vorhanden, stets mit F. coronalis und F. lateralis verbunden. **Viverriden**: fast stets mit der F. coronalis, stets mit der F. lateralis verbunden. Medialer Fortsatz selten.	**Musteliden**: ausser bei *Lutra* stets mit der F. coronalis verbunden, sehr oft ein medialer Fortsatz vorhanden, stets mit der kurzen F. lateralis verbunden [1]). Bei *Lutra* findet sich ein ganz abweichender Verlauf, schräg zu der mit ihr verbundenen F. lateralis. **Procyoniden**: bei *Cercoleptes* und *Nasua* immer, bei *Procyon* nie mit der F. coronalis verbunden, stets mit der F. lateralis. **Ursiden**: fast stets mit der F. coronalis verbunden, bei zwei Eisbärhemisphären (nach Gratiolet) unverbunden, und zwar zieht das Vorderende der F. ansata medianwärts vom Hinterende der F. coronalis.
Fissura cruciata.	Fast ausnahmslos mit der F. splenialis verbunden, stets ziemlich weit in die Convexität einschneidend. Zuweilen unten mit zwei Aesten endigend.	Fast nie mit der F. splenialis verbunden, ziemlich weit auf die Convexität reichend. Weit vorn gelegen. **Hyaeniden**: bei *Proteles* mit der F. splenialis verbunden, nicht so weit vorn gelegen wie bei den Katzen. **Viverriden**: bei *Paradoxurus* und *Hemigalea* fehlend resp. mit der F. splenialis verbunden. Bei den **Viverriden** im engeren Sinne ziemlich horizontal nach vorn verlaufend und die Convexität nicht erreichend, höchstens eben einkerbend, namentlich bei *Genetta* ausserordentlich schwach. **Mangustoiden**: weiter lateralwärts auf der Convexität verlaufend, mit der F. splenialis verbunden.	**Musteliden**: stets mit der F. splenialis verbunden, weit auf die Convexität übergreifend, namentlich bei *Mustela foina.* **Procyoniden**: bei *Nasua* von der F. splenialis getrennt, bei *Procyon* nach Krueg mit ihr verbunden, nach Mivart nicht verbunden, stets weit auf die Convexität übergreifend. Nach Pansch umgekehrt. **Ursiden**: fast querstehend, im Winkel zwischen F. coronalis und F. praesylvia beginnend, den Medianrand nicht erreichend oder nur eben einkerbend; daher nie direct mit der F. splenialis verbunden [2]).
Fissura praecruciata.	Fehlt oft.	Nie deutlich. **Hyaeniden**: deutlicher vorhanden. **Viverriden**: bei Krueg nicht gezeichnet.	**Musteliden**: bei *Lutra* stets vorhanden, bei den übrigen weniger deutlich, aber mit der F. cruciata verbunden. Bei *Meles* deutlich ausgebildet. Bei *Lutra* kommt dadurch eine deutliche Bärenraute zu Stande. **Procyoniden**: inconstant. **Ursiden**: meist senkrecht aus der F. cruciata entspringend, den Medianrand fast stets erreichend und mit der F. cruciata die sogen. Bärenraute begrenzend [3]).

1) Bei *Putorius foetidus* vermissten wir denselben.

2) Unbegreiflich ist es uns, wie Meynert unsere F. cruciata des Bärengehirns als F. coronalis bezeichnen, also mit der F. coronalis des Hundes homologisiren konnte. *Lutra* bildet hier ein bemerkenswerthes Zwischenglied. Die F. cruciata ist für *Lutra* bei einem Vergleich mit dem Hundegehirn sofort zu identificiren. Als neues Moment kommt lediglich die rechtwinklige Abzweigung einer F. praecruciata und damit die Bildung eines rautenförmigen Feldes hinzu. Beim Bären liegt die F. cruciata von der des Hundes allerdings sehr verschieden, aber das bei *Lutra* hinzugekommene Merkmal, nämlich das Verhalten zur F. praecruciata erlaubt eine eindeutige Bestimmung der F. praecruciata auch beim Bärengehirn, und zwar fällt diese in unserem Sinne aus. Bei *Mustela foina* fanden wir die F. praecruciata in ihrer characteristischen Lage, aber ohne Verbindung mit der F. cruciata.

3) Bei *Ailuropus* fand Mivart dieses Rindenfeld gleichfalls.

	Canidae.	Felidae, Hyaenidae, Viverridae.	Ursidae, Mustelidae.
Fissura postcruciata.	Häufig vorhanden, aber nur seicht.	Bei der Hälfte vorhanden, aber seicht. **Hyaeniden**: bei *Proteles* deutlich, bei *Hyaena* fehlend. **Viverriden**: vielleicht als medialer Fortsatz der F. coronalis bei *Herpestes paludosus* und *Viverra zivetta* vorhanden, sonst nur als inconstante Impression.	**Musteliden**: bei den Wieseln fehlend, bei den übrigen meist vorhanden. Bei *Meles* wohl ausgebildet. Bei *Lutra* zwischen das vordere Ende der F. lateralis und das hintere der F. coronalis hineinreichend. **Procyoniden**: nur bei *Nasua* und *Procyon* deutlich. **Ursiden**: vorhanden, meist dreistrahlig.
Fissura praesylvia (von englischen Autoren auch als F. supraorbitalis bezeichnet).	Zuweilen mit dem Ramus anterior F. Sylvii resp. F. rhinalis anterior verbunden. Nach Pansch meist mit der F. rhinalis ant. verbunden.	Fast stets mit der F. rhinalis anterior verbunden, aber an einer von der F. Sylvii entfernteren Stelle. **Hyaeniden**: bei *Hyaena* stets mit der F. rhinalis anterior verbunden, bei *Proteles* zweifelhaftes Verhalten. **Viverriden**: bei V. suricata wohl fehlend, bei *Herpestes ichneumon* mit der F. olfactoria verschmolzen, bei *Viverra* und *Genetta* in typischer Weise entwickelt.	**Musteliden**: stets stark entwickelt, etwas mehr rückwärts gelegen, mit der F. rhinalis anterior verbunden. Bei *Lutra* ist das vordere Ende wieder leicht vor- und abwärts gebogen, desgleichen bei *Mustela furo*. **Procyoniden**: mit der F. rhinalis anterior verbunden. **Ursiden**: stets mit der F. rhinalis anterior verbunden, lang, steil aufsteigend, von Meynert als Ramus anterior der Fossa Sylvii bezeichnet.
Fissura prorea.	Inconstant, doch ebenso häufig wie die F. postcruciata, seicht.	Aeusserst selten. **Hyaeniden**: bei *Hyaena* ziemlich deutlich. **Viverriden**: bei Krueg nicht gezeichnet.	**Musteliden**: bei *Lutra* unbedeutend oder fehlend, bei den übrigen inconstant, bei *Meles* deutlich ausgebildet. Bei *Mellivora* deutlich, unterhalb derselben eine aus derselben entspringende Parallelfurche (Mivart). **Procyoniden**: bei *Cercoleptes* wenig oder gar nicht entwickelt, bei *Nasua* und *Procyon* deutlich. **Ursiden**: stets gross.
Fissura olfactoria.	Stets vorhanden. Oberflächlich mit der F. rhinalis anterior zusammenhängend. Nach Langley [1]) kommt zuweilen eine seichte Parallelfurche im hinteren Theil des Lobus olfactorius, „Fissura intraolfactoria“, vor. Parallel der F. olfactoria und über ihr liegt die F. intraorbitalis.	Vorhanden, viel flacher als bei den **Caniden**. Bei *Felis pardalis* nach Pansch fast ganz fehlend. **Hyaeniden**: nicht erwähnt, als vorhanden anzunehmen. **Viverriden**: nichts erwähnt. Bei *Herpestes ichneumon* mit der F. praesylvia verschmolzen.	**Musteliden**: bei *Mustela* lang und und sehr tief. **Procyoniden**: stets vorhanden, lang. **Ursiden**: stets vorhanden, lang, vor und hinter ihr oft ähnlich gerichtete accessorische Furchen.
Fissura rhinalis anterior.	Stets mit der Fissura rhinalis posterior seicht verbunden, zuweilen mit dem Ram. ant. F. Sylvii verbunden. Wilder nennt die erstere Ver-	**Feliden**: F. rhinalis anterior stets mit der F. rhinalis posterior vereinigt (ausser bei *Felis jubata*), fast stets mit der F. praesylvia verbunden.	**Musteliden**: stets mit der F. rhinalis posterior und der F. praesylvia verbunden [2]). **Procyoniden**: desgleichen. **Ursiden**: meistens von der F. rhi-

1) Langley: The structure of the dog's brain. Journ. of Physiol. IV. 1883.
2) Im Gegensatz zu der Darstellung von Pansch giebt Broca l. c. pag. 408 ausdrücklich an, dass die F. praesylvia bei *Lutra* mit der F. rhinalis anterior nicht communicirt [»plis de passage 17«].

	Canidae.	Felidae, Hyaenidae, Viverridae.	Ursidae, Mustelidae.
	bindungsfurche basi-sylvian Fissure.	**Hyaeniden** und **Proteliden**: stets mit der F. rhinalis posterior, F. Sylvii und F. praesylvia verbunden. **Viverriden**: nur ausnahmsweise von der F. rhinalis posterior getrennt (*Paradoxurus*).	nalis posterior durch eine kleine Strecke getrennt, mit der F. praesylvia stets verbunden.
Fissura rhinalis posterior.	Dem Ramus posterior F. Sylvii sich nähernd. Verbindung mit der F. rhinalis anterior sehr seicht. Beim Fuchs nie, beim Hund oft, beim Wolf stets durch einen medianen Fortsatz mit der F. splenialis verbunden. Nach Pansch seichter Zusammenhang mit der F. splenialis beim Fuchs.	**Feliden** und **Hyaeniden**: nie mit der F. splenialis verbunden, mit der F. rhinalis anterior stets. **Viverriden**: mit der F. splenialis verbunden, ebenso fast ausnahmslos mit der F. rhinalis anterior.	**Musteliden**: äusserst selten mit der F. splenialis verbunden, mit der F. rhinalis anterior stets. Bei *Lutra* von der F. splenialis getrennt [1]). **Procyoniden**: desgleichen. **Ursiden**: oft mit der F. splenialis verbunden, von der F. rhinalis anterior auf eine kurze Strecke getrennt.

Eingehendere Untersuchungen haben wir selbst angestellt über die bei dem Hundegehirn vorkommenden Variationen des Furchenverlaufs. Wir erwähnen hier nur die interessanteren Varietäten, welche uns bei der Vergleichung von gegen 50 Hemisphären aufgestossen sind. Für die Medianfläche ergiebt sich aus derselben das fast absolut regelmässige Vorkommniss eines von der F. splenialis über der hinteren Balkenhälfte zum Medianrand aufsteigenden Astes, welcher in seiner Lage ganz mit dem Ramus medius der Pinnipedier übereinstimmt. Die Verbindung der F. splenialis mit der F. rhinalis posterior fehlte nur zweimal. Sehr bemerkenswerth ist der fünfmal von uns beobachtete Abgang eines deutlichen, längeren Ramus postero-horizontalis aus dem basalen Theil der F. splenialis. Es kann dieser R. postero-horizontalis weiterhin mit der F. ectolateralis zusammenhängen, auf einer Hemisphäre sahen wir auch eine deutliche Communication mit dem am hinteren Mantelrand abwärts ziehenden Endast der F. lateralis. Auf einer Hemisphäre endigte die F. splenialis mit ihrem Ramus anterior auf der Medianfläche, ohne also die Mantelkante zu erreichen, und unter diesem Ramus anterior begann eine tiefe Furche, die in ihrem weiteren Verlaufe in die F. cruciata überging. Ausserordentlich variabel ist das Verhalten der F. genualis und rostralis, man findet hier kaum 2 Hemisphären, die einen ähnlichen Verlauf zeigen. Vor allem interessant ist eine Varietät, bei welcher die F. rostralis in ihrem Gesammtverlauf genau der F. calloso-marginalis des Menschen gleicht, also in den Mantelrand einschneidet, viel häufiger unterbleibt dieses Einschneiden. Fast stets lassen sich eine F. genualis und eine F. rostralis auffinden. Ein Ramus communicans von der F. splenialis zu der sehr constant verlaufenden F. suprasplenialis kommt häufig vor. Auf der lateralen Convexität variirt vor allem der Verlauf der F. ectosylvia. Letztere kann in zwei vollkommen geschiedene Theile, eine antica und postica, zerfallen. Die F. e. postica, seltener die antica kann aus der Sylvischen Furche entspringen. Als grosse Ausnahme erwähnen wir eine totale Gabelung der F. Sylvii in 2 Aeste, deren einer in die F. ectosylvia antica, der andere in die F. e. postica einmündet. Bemerkenswerth ist die Neigung der beiden ersten Bogenfurchen, an ihrem vorderen Ende, in analoger Weise wie die F. lateralis-ansata-coronalis, mit einer bogenförmigen Umbiegung aus dem absteigenden Verlauf in den sagittalen überzugehen. Wo die F. coronalis und lateralis von einander getrennt sind, pflegt die letztere gabelförmig zu enden und zwischen deren Aesten die F. coronalis zu entspringen. Die F. praesylvia ist mit der F. rhinalis anterior nach unseren Erfahrungen stets verbunden, meist scheint daher die F. rhinalis anterior sich vorn in die F. praesylvia und einen in die F. olfactoria mündenden Ast zu theilen. Das vordere obere Ende der F. praesylvia kann mit der F. praecruciata zusammenhängen. Sehr bemerkenswerth ist endlich noch die verschiedene Richtung, welche die F. coronalis haben kann. Im Ganzen herrscht die sagittale Richtung vor, doch sahen wir Hemisphären, auf welchen die F. coronalis ausserordentlich stark abwärts gerichtet war. Auch Wilder und Langley haben einige interessante Furchenvarianten des Hundegehirns mitgetheilt.

---

1) Durch Broca's »plis de passage retrolimbique«. Der berühmte Satz Broca's von der absoluten Constanz dieser Uebergangswindung in der Reihe der Säugethiere bedarf nach Obigem doch einiger Einschränkung, eine gewisse Variabilität giebt auch Broca zu, l. c. pag. 440.

Allgemeine Characteristik des Carnivorengehirns.

Als allgemeine Characteristik des Carnivorengehirns ergiebt sich: Die Fiss. Sylvii ist ausser bei den Feliden und namentlich den Mangustoiden lang, ihre beiden Schenkel sind in der Regel mit der Rhinalis anterior und posterior verbunden, nur bei den Ursiden fehlt meist die Communication mit der letzteren; auch die F. praesylvia entspringt oft aus dem vorderen Schenkel der Sylvischen Furche. Die F. ectosylvia ist bei den erwachsenen Caniden ungetrennt, bei den Feliden stets in zwei Theile getrennt, bei den Hyaeniden fehlt die Pars anterior. Bei den Ursiden ist sie mit der F. suprasylvia verschmolzen zu denken. Eine Fiss. diagonalis ist nur bei den Feliden deutlich und entspringt hier aus der Ectosylvia. Die Fiss. suprasylvia fehlt in ihrem hinteren Theil bei *Herpestes*, bei *Suricata* zerfällt sie in zwei Theile. Eine F. ectolateralis und F. medilateralis kommen in der Regel vor, meist im Zusammenhang mit der F. lateralis. Bei den Ursiden ist die erstere stärker. Die F. lateralis selbst bildet bei den Caniden meist zusammen mit der F. ansata und F. coronata eine Furche, ebenso bei den Hyaeniden, Musteliden, Viverriden, Procyoniden und Ursiden. Namentlich bei den Feliden und bei *Lutra* kommen Trennungen vor. Ein Sulcus confinis ist selten deutlich. Eine Fissura genualis ist nur beim Wolf und den Ursiden constant. Die Fiss. splenialis ist mit der F. rhinalis posterior bald verbunden, bald nicht. Die Verbindung mit der F. cruciata fehlt bei den Feliden, bei *Nasua* und den Ursiden. Eine F. suprasplenialis ist bei den Caniden ausser *Vulpes* constant. Bei *Lutra* ist der schiefe, nahe zum Ursprung der F. Sylvii herabreichende Verlauf der F. ansata und coronata bemerkenswerth. Die F. cruciata erreicht eine ausserordentliche Entwickelung bei den Ursiden, während sie bei den Viverriden kaum auf die Convexität einschneidet. Die Fissurae praecruciata, postcruciata und prorea sind nur bei grösseren Gehirnen constanter. Die F. olfactoria ist bei den Caninen und Ursinen stark entwickelt, bei den Felinen seicht oder fehlend. Eine Insel kommt in schwacher Ausbildung allen Carnivoren zu.

5. Gehirn von Manatus.

Für das Gehirn des *Manatus* haben wir lediglich die Murie'sche [1]) Arbeit benutzt.

Das Gehirn ist ausserordentlich hoch, der hintere untere Winkel abgestumpft, die Vorderfläche ausserordentlich steil, die Bulbi olfactorii senkrecht nach oben geschlagen.

Auf der Basis fehlt ein freiliegendes Corpus trapezoides. Murie's Deutung der auf der Abbildung gegebenen Nervenursprünge erscheint uns unzutreffend; was Murie als den sechsten Nerv, also als Abducens bezeichnet, entspricht offenbar dem Facialis. Der siebente Nerv zerfällt auf seiner Figur in einen dünnen vorderen und sehr breiten hinteren Strang, der erstere entspricht der Portio intermedia Wrisbergii, der letztere dem Acusticus. Mit der Zahl 8 bezeichnet Murie, in Anlehnung an Willis, Acusticus, Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius, hiervon würde nach unserer Auffassung der Acusticus wegfallen; es würden sich daher die von Murie gezeichneten Wurzelbündel lediglich auf Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius vertheilen, vielleicht dürfte zu denselben auch das von Murie mit 9 bezeichnete, also dem Hypoglossus zugewiesene Wurzelbündel gehören, denn es ist auffällig, dass die Hypoglossusfäden in einer Rich-

1) J. Murie: On the form and structure of the Manatee (Manatus americanus). Transactions of the Zoological Society of London. Vol. VIII. 1874.

tungslinie mit den Nerven des seitlichen, gemischten Systems entspringen sollen. Alle Hörner sind entwickelt. Das Corpus callosum ist wenig gebogen und verläuft ziemlich horizontal.

Die Sylvische Furche reicht fast zur medialen Mantelkante. Die Beschreibung der Furchen müssen wir, da MURIE gänzlich darauf verzichtet und seine Meinung lediglich aus seinen Figurenbezeichnungen zu entnehmen ist, selbst aus seinen Abbildungen construiren. Die Sylvische Furche giebt nach oben hinten einen Fortsatz ab. Der Lobus hippocampi ist nicht scharf abgesetzt. Die F. rhinalis posterior ist dementsprechend wenig deutlich. Die tiefe auf der Temporalfläche beginnende, nach hinten ziehende und unter Pons und Kleinhirn verschwindende Furche ist wohl zur Pars posterior der Fissura splenialis zu rechnen. Eine Verbindungsfurche der F. olfactoria mit der F. Sylvii scheint nicht vorhanden. Die Einkerbung der vorderen Wand der Sylvischen Furche hat möglicherweise eine ähnliche Bedeutung, wie die bereits besprochene Bildung bei den Pinnipediern. Die Gabelung der Sylvischen Furche wäre alsdann nur eine anscheinende, und jene Einkerbung als eine zum Theil versenkte Fiss. ectosylvia antica, die in der Sylvischen Furche versteckt verlaufen und erst an der scheinbaren Gabelungsstelle der Sylvischen Furche frei hervortreten würde, anzusehen.

Die Basalfläche des Stirnlappens zeigt eine deutliche F. intraorbitalis, auf der einen Hemisphäre ist eine lateralwärts von derselben gelegene Parallelfurche, wiederum ähnlich wie bei den Pinnipediern, sichtbar.

Die F. suprasylvia als zusammenhängende Furche ist auf der rechten Hemisphäre des in Fig. 31 gezeichneten Gehirns nicht erkennbar, auf der linken Hemisphäre ist wohl die grosse, die hintere Hirnhälfte parallel der Mantelkante durchziehende Furche unzweifelhaft als F. suprasylvia anzusehen. Die um den vorderen Schenkel der Sylvischen Furche gelegene Bogenfurche ist schwerlich einfach als F. ectosylvia anzusehen, vielmehr dürfte es sich um Verschmelzung einer solchen mit Bruchstücken der F. suprasylvia handeln. Zwischen der Sylvischen Furche resp. dem vorderen Schenkel der vorderen Bogenfurche und der F. infraorbitalis resp. deren Parallelfurche finden sich noch drei grössere Furchen. Von diesen entspricht die unterste — vielleicht zusammen mit der mittelsten — der F. praesylvia. Die oberste wird von MURIE ohne nähere Begründung als F. Rolando angesprochen, eher dürfte diese Furche als F. coronalis zu bezeichnen sein. Die von MURIE als F. occipito-parietalis bezeichnete Furche liegt etwa mitten zwischen dem Ende der Sylvischen Furche und dem Punkte, an welchem die beiden medianen Mantelkanten auseinanderweichen. Dieselbe ist ein starker Seitenast der Hauptbogenfurche der Medianfläche. Die Bogenfurche entspricht der Fissura splenialis, der Seitenast dem, was wir später als Ramus medius bei den Pinnipediern bezeichnet haben. Die F. splenialis reicht wenig weit nach vorn, eine Brücke scheint sie von ihrem hinteren unteren Theil zu trennen. F. sublimbica und F. genualis sind deutlich vorhanden. Eine F. cruciata entspringt auf der Medianfläche, unterhalb des Bulbus olfactorius, und reicht in einem nach aufwärts gerichteten Bogen, sich über die mediane Mantelkante schlagend, bis auf die Convexität. Eine F. lateralis fehlt. Wir erwähnen noch im Hinblick auf einen früheren ähnlichen Befund eine Fortsetzung der F. corporis callosi vom basalen Theil des Genu corp. call. senkrecht nach unten.

Bei dem etwas problematischen Character der Zeichnungen MURIE's leiden die voranstehenden Deutungen, so namentlich die der F. coronalis, an einer gewissen Unsicherheit.

Die Arbeit von CHAPMAN [1]) ist noch weniger ausführlich. Zweifel an der MURIE'schen Nomenclatur der Nervenursprünge äussert auch dieser Verfasser bereits; er betont die Furchenarmuth, also die auffällige Glätte der Hemisphären. Aus seinen Abbildungen ist nichts Sicheres zu entnehmen.

---

1) H. CHAPMAN: Observations on the structure of the Manatee. Proceedings of the Academy of Nat. Sc. of Philadelphia. p. 452.

C) Feststellung der Homologien der Grosshirnfurchen.

1. Tabellarische Darstellung älterer Anschauungen.

Bevor wir nun dazu übergehen, auf Grund der voranstehenden Beobachtungsdaten unsere eigene Ansicht über die Homologien der Furchen des Cetaceengehirns mit den Furchen der Gehirne der übrigen Säugethiere darzulegen, geben wir eine kurze Zusammenstellung der seither von den Autoren angenommenen Homologien. Wir berücksichtigen hierbei selbstverständlich nur die Hauptfurchen; ebenso konnten wir nicht alle Autoren in Betracht ziehen, sondern haben nur diejenigen in das Schema eingefügt, welche allgemeinere und zusammenfassendere Arbeiten geliefert haben. Die Tabelle ist so eingerichtet, dass die in der ersten Spalte oben links verzeichnete Furche unserer Nomenclatur entspricht. Auf der ersten Seite der Tabelle würde also z. B. aus der ersten Reihe der dritten Spalte zu entnehmen sein: diejenige Furche, welche wir bei den Ungulaten als F. lateralis bezeichnet haben, bezeichnet Owen bei den Ungulaten als F. lambdoidalis + entolambdoidalis u. s. f.

	Cetaceen.	Ungulaten.	Caniden und Feliden.	Ursinen.	Pinnipedier.
Fissura lateralis.					
Owen	vacat.	F. lambdoidalis + entolambdoidalis.	Ein Theil der F. lateralis Owen's. Unsere F. lateralis + F. ansata entspricht der F. later. Owen's.	vacat.	F. lateralis.
Leuret	vacat.	Beim Ochsen: troisième sillon.	Troisième sillon.	Deuxième sillon.	Troisième sillon.
Pansch	vacat.	vacat.	Ein Theil der oberen longitudin. Hauptfurche.	Ein Theil der oberen longitudin. Hauptfurche.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Fortsetzung der Sc. intermedia.	Fortsetzung der Sc. intermedia.	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	F. lateralis + F. ansata + F. medilateralis [2]) ist gleich der F. lateralis von Wilder.	vacat.	vacat.
Meynert	vacat.	F. interoccipitalis.	Bogenförm. Verlängerung der F. centralis nach hinten, s. Fiss. retrocentralis [3]).	F. interparietalis.	vacat.
Broca	vacat.	Sillon pariétal externe.	Sillon pariétal externe.	Musteliden: Sillon pariétal primaire.	vacat.
Krueg	vacat.	F. lateralis.	F. lateralis.	F. lateralis.	F. lateralis.
Guldberg	F. lateralis [1]).	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. mediolat. (Hund).	F. mediolateralis.	F. lateralis.

1) Sicher anzugeben, wie Guldberg diejenige Furche, welche wir bei *Hyperoodon* und *Beluga* F. lateralis genannt, bei diesen Species in Homologie zu dem von ihm untersuchten *Balaenoptera*- und *Phocaena*-Gehirn bezeichnen würde, ist selbstverständlich nicht möglich.

2) Wilder's F. medilateralis bei den Caninen entspricht unserer F. confinis. Auch Owen und Turner bezeichnen die F. confinis bei den Pinnipediern als F. medilateralis s. sagittalis, Meynert bei den Ursinen als F. retrocentralis.

3) Die F. retrocentralis ist nach Meynert ein Theil der F. centralis, fehlt beim Menschen und Affen, entspricht beim Hunde unserer F. lateralis, beim Bären unserer F. confinis. Wilder's Abbildung eines Hundefötalgehirns (1874) beweist nur, dass die F. coronalis sich vor der F. lateralis entwickelt, spricht aber geradezu gegen eine Entwickelung dieser aus jener.

	Cetaceen.	Ungulaten.	Caniden und Feliden.	Ursinen.	Pinnipedier.
Fissura [1] cruciata.					
Owen	Nicht vorhanden.	F. frontalis.	F. frontalis [2].	F. frontalis.	vacat.
Leuret		vacat.	vacat.	vacat.	S. cruciatus.
Pansch		vacat.	Theil der medialen Hauptfurche.	Theil der medianen Hauptfurche.	vacat.
Lussana und Lemoigne		Sc. crociata.	Sc. crociata.	vacat.	vacat.
Wilder		vacat.	F. frontalis.	vacat.	vacat.
Meynert		F. calloso-marginalis.	F. calloso-marginalis, vorderer Ast.	Centralfurche.	vacat.
Broca		vacat.	Theil des Sillon sous-pariétal, auch Scissure cruciale [3])	Theil des Sillon sous-pariétal, auch Scissure cruciale.	vacat.
Krueg		?	F. cruciata.	F. cruciata.	vacat.
Guldberg		vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner		vacat.	F. cruciata.	F. cruciata.	F. cruciata.
Fissura genualis.					
Owen	vacat.	F. supercallosalis [4]).	F. falcialis.	vacat.	vacat.
Leuret	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Pansch	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Meynert	vacat.	vacat.	vacat.	S. calloso-marginalis.	vacat.
Broca	vacat.	vacat.	Sillon sous-frontal.	Sillon sous-frontal.	vacat.
Krueg	vacat.	F. genualis.	F. genualis.	F. genualis.	F. genualis.
Guldberg	F. genualis.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Fissura [5]) rhin. ant. et posterior.					
Owen	F. ectorhinalis + F. rhinalis posterior.	F. ectorhinalis + F. rhinalis posterior.	F. ectorhinalis + F. rhinalis posterior.	F. ectorhinalis + F. rhinalis posterior.	F. ectorhinalis + F. rhinalis posterior.
Leuret	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Pansch	vacat.	vacat.	Grenzfurche des Lobus olfactorius und Lobus hippocampi.	Grenzfurche des Lobus olfactorius und Lobus hippocampi.	
Lussana und Lemoigne	vacat.	Solco obliquo.	Solco obliquo.	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	F. ectorhinalis + F. rhinalis.	vacat.	vacat.
Meynert	vacat.	vacat.	Sulcus rectus + Ramus horizontalis F. Sylvii.	Sulcus rectus + Ramus horizontalis F. Sylvii.	vacat.

1) Die F. ansata entspricht für Caniden und Feliden bei Owen und Wilder z. Th. der F. lateralis. Für Ungulaten, Caniden und Feliden bezeichnen Lussana und Lemoigne sie als Scissura intermedia, Meynert als F. centralis. Die F. praecruciata entspricht Wilder's F. frontalis und Meynert's F. praecentralis bei den Ursiden.

2) Owen's F. frontalis media (midfrontal) bei Caniden und Feliden entspricht unserer F. prorea. Bei den Pinnipediern wird unsere F. prorea als Frontal fissure bezeichnet. Meynert bezeichnet unsere F. prorea des Ursinengehirns als F. frontalis sup.

3) Vergl. Broca l. c. p. 406.

4) Die F. rostralis der Ungulaten wird von Owen als F. falcialis bezeichnet.

5) Brühl (Ver. nat. Kenntn. XIX. Wien 1878) wählt die Bezeichnung: Grosse sagittale Basalfurche.

	Cetaceen.	Ungulaten.	Caniden und Feliden.	Ursinen.	Pinnipedier.
Broca	vacat.	vacat.	Arc inférieur de la Sc. limbique.	Arc inférieur de la Sc. limbique.	vacat.
Krueg	vacat.	F. rhinalis anterior et posterior.	F. rhinalis anterior et posterior.	F. rhinalis anterior et posterior.	F. rhinalis anterior et posterior.
Guldberg	F. rhinalis anterior und posterior.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. rhinalis.	F. rhinalis.	F. rhinalis.
Fiss. ectosylvia.					
Owen	F. ectosylvia.	F. ectosylvia.	F. ectosylvia.	Verschmolzen mit F. suprasylvia, möglicherweise aber ist, wie auch Turner anzugeben scheint, eine F. ectosylvia in der Sylvischen Grube versteckt.	vacat.
Leuret	Premier sillon.	Premier sillon.	Premier sillon.		vacat.
Pansch	vacat.	vacat.	Unterste Bogenfurche.		vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Bezeichnung fehlt [1]).	Sc. parallela.		vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	F. ectosylvia.		vacat.
Meynert	vacat.	Parallelfurche.	Parallelfurche sive F. radialis inferior sive parieto-temporalis prima.		vacat.
Broca	vacat.	Sillon pariétal externe.	Sillon pariétal externe (?).		vacat.
Krueg	vacat.	F. anterior et posterior.	F. anterior et posterior.		vacat.
Guldberg	F. ectosylvia.	vacat.	vacat.		vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. suprasylvia (Caniden).		F. suprasylvia, vorderer Schenkel.
Fiss. suprasylvia.					
Owen	F. suprasylvia.	F. suprasylvia.	F. supersylvia. F. supras. post. Krueg = F. posts. Owen.	F. suprasylvia [3]).	F. supersylvia.
Leuret	Deuxième sillon.	Deuxième sillon. (Beim Elephant: premier sillon).	Deuxième sillon.	Premier sillon.	Premier sillon.
Pansch	vacat.	vacat.	Laterale bogenförmige Hauptfurche.	Laterale bogenförmige Hauptfurche.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Scissura externa di Gratiolet [2]).	Sc. occipito-temporalis s. di Gratiolet.	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	F. supersylvia.	Theil der F. ectosylvia.	vacat.
Meinert	vacat.	F. interparietalis.	F. interparietalis + occipitalis ext. sive parieto-temporalis secunda posterior sive radiales.	F. ectosylvia (Parallelfurche).	vacat.
Broca	vacat.	Sillon pariétal primaire.	Sillon pariétal primaire.	S. pariétal primaire.	vacat.
Krueg	vacat.	F. suprasylvia.	F. suprasylvia.	F. suprasylvia.	F. suprasylvia.

1) In ganz inconsequenter Weise wird von Lussana und Lemoigne auf der Tafel zu Seite 242 die F. Sylvii als Sc. parallela bezeichnet.

2) Bei dem »tipo suino« wird dieselbe Furche als »scissura occipito-temporale« bezeichnet. Der »solco ascendente« der Ungulaten speciell im »tipo ovino« dürfte sich im Wesentlichen mit der F. diagonalis decken.

3) Bei den Musteliden bezeichnet Owen die Fiss. coronalis + ansata als F. supersylvia, hingegen die F. suprasylvia als F. Sylvia.

	Cetaceen.	Ungulaten.	Caniden und Feliden.	Ursinen.	Pinnipedier.
Guldberg	F. suprasylvia.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. lateralis (Caniden), suprasylvia (Feliden).	F. lateralis.	F. suprasylvia (Macrorhinus), F. lateralis (Trichechus).
Fissura praesylvia.					
Owen	F. frontalis.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Leuret	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Pansch	vacat.	vacat.	Die vordere senkrechte Hauptfurche.	Die vordere senkrechte Hauptfurche.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Theil des „solco obliquo“.	Bezeichnung fehlt.	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	F. praesylvia [1]).	F. praesylvia.	vacat.
Meynert	vacat.	vacat.	Ramus ascendens Fiss. Sylvii.	R. ascendens Fiss. Sylvii.	vacat.
Broca	vacat.	vacat.	F. praesylvia. Sc. de Rolando.	F. praesylvia.	vacat.
Krueg	vacat.	F. suprasylvia.	F. praesylvia.	F. praesylvia.	F. praesylvia.
Guldberg	F. suprasylvia.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. praesylvia.	F. praesylvia.	F. praesylvia.
Fissura coronalis.					
Owen	F. coronalis.	Bei Giraffe u. Hirsch: F. frontalis media, bei anderen F. coronalis.	F. coronalis.	F. coronalis.	F. coronalis.
Leuret	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Pansch	vacat.	vacat.	Theil der oberen longitudinalen Hauptfurche.	Theil der oberen longitudinalen Hauptfurche.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Scissura di Verga.	vacat.	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	F. coronalis.	vacat.	vacat.
Meynert	vacat.	F. centralis (z. Th.).	F. Rolando [2]) s. centralis.	F. intraparietalis.	vacat.
Broca	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Krueg	vacat.	F. coronalis.	F. coronalis.	F. coronalis.	F. coronalis.
Guldberg	F. coronalis.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. coronalis.	F. coronalis.	F. coronalis.
Fissura ectolateralis.					
Owen	Wahrscheinlich (?) F. lateralis.	F. lateralis oder medilateralis.	vacat.	vacat.	vacat.
Leuret	Troisième sillon.	Beim Schaf [3]): troisième sillon.	vacat.	vacat.	Deuxième sillon.
Pansch	vacat.	vacat.	Hintere laterale Furche.	Hintere laterale Furche.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Bezeichnung fehlt.	Bezeichnung fehlt.	vacat.	vacat.

1) Flower u. A. brauchen die Bezeichnung »supraorbital sulcus«. Unsere F. prorea der Caniden wird von Wilder als Zweig der F. praesylvia aufgeführt.

2) Meynert hat seine ganze Nomenclatur bereits auf die von ihm angenommenen Homologien begründet.

3) Es geht hieraus hervor, dass Leuret die F. ectolateralis des Schafes mit der F. lateralis des Ochsen homologisirt hat, er muss also beim Schaf die F. lateralis sehr schwach gefunden haben, so dass sie bei ihm nur als secundäre Theilfurche der vierten Urwindung auftritt. Für das Pferd giebt Leuret dieselben Bezeichnungen wie beim Ochsen, ebenso für das Schwein und die meisten Artiodactylen.

	Cetaceen.	Ungulaten.	Caniden und Feliden.	Ursinen.	Pinnipedier.
Wilder	vacat.	vacat.	F. ectolateralis.	Hinterer Ast der F. ectosylvia.	vacat.
Meynert	vacat.	Oberes abgesprengtes Stück der 2. Schläfenfurche.	Oberes abgesprengtes Stück der 2. Schläfenfurche.	Hinterer Schenkel der F. interparietalis.	vacat.
Broca	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Krueg	vacat.	vacat.	F. ectolateralis.	F. ectolateralis.	vacat.
Guldberg	F. ectolateralis.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	vacat.	F. medilateralis.	vacat.
Fissura splenialis[1]).					
Owen	vacat.	F. marginalis.	F. supercallosalis.	F. supercallosalis.	F. supercallosalis.
Leuret	Quatrième sillon.	Quatrième sillon.	Quatrième sillon.	Quatrième sillon.	Quatrième sillon.
Pansch	vacat.	vacat.	Ein Theil der medialen Hauptfurche.	Ein Theil der medialen Hauptfurche.	vacat.
Lussana und Lemoigne	vacat.	Zum Theil „sciss. occipitale interna.	Sc. occipitale interna (?).	vacat.	vacat.
Wilder	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Meynert	vacat.	vacat.	F. occipitalis + F. calcarina.	F. occipitalis + F. calcarina.	vacat.
Broca	vacat.	vacat.	Sc. sous-pariétale.	Sc. sous-pariétale.	Theil der Sc. sous-pariétale.
Krueg	vacat.	F. splenialis.	F. splenialis.	F. splenialis.	F. splenialis.
Guldberg	F. splenialis.	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.
Turner	vacat.	vacat.	F. splenialis.	F. splenialis.	F. splenialis.

2. Homologien der Grosshirnfurchen.

Die seitherigen Versuche, Homologien für die Grosshirnfurchen der Säugethiere aufzustellen, haben vielfach zu grossen Widersprüchen geführt. Kaum für eine Furche, höchstens ausgenommen die Fissura Sylvii, sind die Homologien die Säugethierreihe hindurch festgestellt. Wir suchen den hauptsächlichen Grund darin, dass die früheren Autoren nicht von einheitlichen und gleichen Gesichtspunkten bei der Aufstellung der Homologien ausgingen. Es mag fernerhin in Betracht kommen, dass die physiologische Dignität der Hirnfurchung als solcher noch strittig ist. Dem Einen erscheinen die Furchen lediglich als von den Blutgefässen gezogene Nährschlitze, Andere sehen in der Furchung nur einen von der Natur gewählten Ausweg, die Hirnoberfläche ohne Zunahme des Hirnvolumens zu vergrössern[2]), wieder Andere nahmen an, dass die Furchung eine Folge des Bestehens gewisser Knotenpunkte des Wachsthums sei; ferner ist mannigfach die Configuration der Windungen und damit der Furchen in directe und ausgedehnte Abhängigkeit von dem Wachsthum undder Configuration des Schädels gebracht worden, schliesslich ist auch die Localisation der Functionen auf der Grosshirnrinde in Beziehung zur Ausbildung der Furchen gesetzt worden, auch ist es

1) Von Flower als calloso-marginal sulcus bezeichnet. Die F. suprasplenialis bildet bei Owen mit der F. postsplenialis zusammen die F. marginalis (Caniden und Feliden). Turner fand sie bei Fissipediern angedeutet, Pansch nennt sie hintere mediale Furche.

2) Man nahm dann weiterhin meist an, dass dieses Bedürfniss nur bei grossen Thieren auftrete und glaubte dies so erklären zu können, dass sehr hochstehende, aber kleine Thiere (z. B. *Ouistiti*) fast lissencephal sind.

ja unzweifelhaft, dass gewisse Furchen — die sogenannten Primärfurchen von Pansch — sich allerdings gegenseitig in Abhängigkeit von Erhabenheiten auf der Oberfläche des Ventrikelsystems entwickeln.

Wir werden auf die physiologische Bedeutung der Furchen erst nach Abschluss und auf Grund unserer Homologisirungen zurückkommen, wir meinen vielmehr, dass einheitliche Gesichtspunkte zuerst rein entwickelungsgeschichtlich und morphologisch aufgestellt werden müssen. Wir beginnen mit der Darlegung dieser leitenden Gesichtspunkte in folgendem Abschnitt.

Grundsätze bei der Aufstellung der Homologien der Grosshirnfurchen.

Klar ist zunächst, dass diese Principien nicht physiologische sein können, man vergleiche nur z. B. die Lage der motorischen Centren auf der Hirnoberfläche, wie sie die Pathologie für den Menschen festgestellt hat, mit der Lage derselben motorischen Centren, wie sie bei einem Thiere, z. B. dem Hund, die experimentellen Physiologen gefunden haben. Es zeigt sich hierbei sofort, dass physiologisch homologe Rindenbezirke auf dem einen Gehirn durch gar keine, auf dem anderen durch eine tiefe Furche getrennt sind. Man denke an die Lage des Facialiscentrums beim Hunde, welches durch die tiefe Fissura lateralis-ansata-coronalis vom Vorderbeincentrum getrennt ist, während beim Menschen keine Furche dieselben beiden motorischen Centren von einander abgrenzt. Nur für einige wenige Furchen scheint bis zu einem gewissen Grade der Satz richtig zu sein, dass um ähnlich gelegene Furchen ähnliche Functionscentren gelegen sind, so z. B. für die F. cruciata. Wie wenig Hülfe für die Homologisirung selbst in günstigen Fällen dem Forscher erwächst, ergiebt sich daraus, dass gerade die Homologien eben dieser Fissura cruciata zu den meist umstrittenen gehören. Auch kommt practisch in Betracht, dass nur für den Menschen wie einige Rodentien und Carnivoren die Localisation der Functionen auf der Grosshirnrinde einigermaassen festgestellt ist [1]), während gerade die Gehirne unserer Cetaceen den Electroden des Physiologen wohl nie zugänglich werden.

Die aus diesen Deductionen sich ergebende Folgerung ist: »die Antwort auf die Frage, wann zwei Furchen als homolog zu betrachten sind, muss wesentlich morphologisch ausfallen.«

Der rein entwickelungsgeschichtliche Standpunkt bei der Homologisirung der Furchen würde ebenfalls auf Abwege führen. Wollte man nämlich die Furchen, genau in der Reihenfolge, wie sie sich bei den verschiedenen Thieren entwickeln, homolog setzen, so würden der Lage nach weit getrennte Furchen homolog gesetzt werden und die ähnlichst gelegenen auseinandergerissen. Wenn also auch der Werth der entwickelungsgeschichtlichen Methode für diese Frage nicht übertrieben werden darf, so wird er doch überall da mit Vortheil herangezogen werden können, wo zwischen mehreren ähnlich gelegenen Furchen die Homologie mit einer Furche eines anderen Thieres in Frage steht.

Die Beziehung der Furchen zu den Blutgefässen kann in den seltensten Fällen zur Feststellung der Homologien verwerthet werden, man bedenke nur, dass die letzteren bald den Furchen folgen, bald mit ebensolcher Regelmässigkeit dieselben senkrecht kreuzen (Hundegehirn), dass bei ein und derselben Species der Verlauf der Blutgefässe wechselt, und vor allem, dass damit die ganze Frage nach der Homologie nur verschoben wird. Ueberhaupt wollen wir schon hier bemerken, dass, so sehr auch die Bedeutung der Furchen für die Blutversorgung der Hirnrinde anzuerkennen ist, damit doch durchaus nicht die Nothwendigkeit einer Beziehung des Verlaufes der grossen Blutgefässe zu dem Verlauf der Furchen gegeben ist.

1) Man denke übrigens auch hier an den Kampf der Munk'schen und Flourens-Goltz'schen Auffassungen. Bezüglich der vergleichenden Physiologie der Hirnrinde verweisen wir namentlich auf Ferrier: »The functions of the brain«, 1886, second edition, sowie auf H. Munk's einschlägige Arbeiten.

Es bleibt also nur die Aehnlichkeit der Lage als Hauptgrund für die Annahme einer Homologie. Von vorn herein möchten wir ablehnen jene namentlich von LEURET aufgestellte Theorie, welche das ganze Furchensystem in einen Typus paralleler Bogen zu zwängen und daraus die Homologien abzuleiten versucht, eine Theorie, die auch heute noch bestimmend auf die Auffassung der bedeutendsten Hirnanatomen gewirkt hat [1]). Der heuristische Werth dieser Auffassung ist entschieden zuzugeben, auch liegt jedenfalls die richtige Beobachtungsthatsache zu Grunde, dass die meisten tiefen Hirnfurchen einen bogenförmigen oder hierzu radiären Verlauf nehmen. Bald aber mussten diese Bogenfurchen einen geraden, wenn auch zunächst noch parallelen Verlauf nehmen, und auch dies genügte nicht, man musste Pronationen und Supinationen (KRUEG) zu Hülfe nehmen, welche ihrerseits nicht etwa alle, sondern nur einzelne dieser „Bogenfurchen" betrafen, und schliesslich giebt es Furchen, die selbst bei allen Pronationen und Supinationen sich nicht in das Bogensystem einfügen liessen: man denke nur z. B. an die F. cruciata, an die F. ectosylvia, wie wir sie bei den Pinnipediern beschrieben haben, oder das ganze Gehirn des *Manatus* (MURIE).

Die Aufstellung von 9 Typen, wie sie durch LUSSANA und LEMOIGNE [2]) eingeführt worden ist, wird allerdings der Verschiedenartigkeit des Furchenverlaufs in höherem Maasse gerecht, aber, ganz abgesehen davon, dass die 9 Typen dieser Autoren durchaus nicht erschöpfend sind, dass vielmehr die *Lutra* und der *Manatus* und vor allem die Nagethiere [3]) noch die Aufstellung neuer Typen nöthig machen würden, und abgesehen davon, dass zahlreiche Uebergänge existiren, würde sich nach Anerkennung dieser Typen die Frage nach den durchgehenden Homologien der Furchen erst recht erheben; oder sollte z. B. die F. suprasylvia eines Wales gar keine Homologie zu der F. suprasylvia des »tipo canino« besitzen? Auch die DARESTE'sche Annahme von 4 Typen (Primates, Carnivores, Ruminants et Pachydermes, Marsupiaux herbivores) ist weder erschöpfend, noch erledigt sie unsere Frage. Manche Edentaten sowie die Cetaceen rechnet D. mit Wahrscheinlichkeit zum type des Ruminants.

Jede Homologisirung wird von der für die Configuration der Hirnrinde fundamentalen morphologischen Thatsache auszugehen haben, dass im Laufe der Entwickelung des Gehirns an einer Stelle die Wachsthumsenergie geringer, und daher durch Umwallung dieser Partie durch die umliegenden Rindentheile eine »Fossa Sylvii« entsteht. Diese Fossa selbst kann nach hinten, nach oben oder nach vorn gerichtet sein; jedenfalls muss jede andere Furche zunächstnach ihrer Lage zu dieser Fossa beurtheilt werden. Würde dieses Princip ganz allein in aller Strenge festgehalten, würde also für zwei homologe Furchen eine genau identische Lage zur Fossa Sylvii gefordert ,so würde jede Homologisirung der Furchen zweier Species, oder gar zweier Gattungen oder Ordnungen unmöglich sein. Nun zeigt sich aber, dass innerhalb einer Species, ja bei beiden Hemisphären ein und desselben Gehirns, Variationen dieser Lage auftreten, die ebenfalls gewissen Gesetzmässigkeiten unterliegen. Offenbar wird man nun auch 2 solche Furchen bei entfernten Thiergattungen homolog nennen können, welche zwar nicht ganz identisch gelegen sind, deren Verlaufsverschiedenheiten aber sich diesen Gesetzen der Variationen, wie sie innerhalb einer Species vorkommen, unterordnen lassen.

Es gilt zunächst, diese Gesetze zu sondern.

Erstes Variationsgesetz: Eine Furche kann in ihrem Verlauf einmal oder mehrfach unter-

---

1) Auch LANGLEY's mehrfach citirte Arbeit theilt diesen Fehler. Ueberhaupt hat von BISCHOFF (Abhandl. der Kgl. bayr. Akademie d. W. 1873) bis auf die neueste Zeit diese Anschauung den mächtigsten Einfluss auf die Hirnanatomen gehabt (WERNICKE, HUGUENIN, Pathologie des Nervensystems, MEYNERT u. a. m.).

2) LUSSANA und LEMOIGNE: Fisiologia dei centri nervosi. vol. I. 1871.

3) DUVERNOY, Comptes rendus. t. XXXIII.

brochen werden; das classischste Beispiel wird geliefert von der F. suprasylvia, splenialis und ectosylvia. So ist bei den Feliden bei ein und derselben Art die F. suprasylvia bald in eine F. suprasylvia anterior und posterior getrennt, bald nicht, namentlich bei *Felis domestica* haben wir selbst die Variationen constatiren können. Aus KRUEG's Darstellung von Gehirnen der Katzenfamilie ergiebt sich, dass bei *Felis leo* und *Cynailurus jubatus* die F. suprasylvia unterbrochen ist, während bei *Felis pardalis, Leopardus antiquorum, pardus, Puma concolor* eine Unterbrechung fehlt. Bei *Cynailurus jubatus* scheint sogar an der Unterbrechungsstelle der hintere Ast ein Stück weit an dem vorderen vorbeizuziehen. Die Medianfläche der Gehirne der verschiedenen *Phoca*-Arten bietet gleichfalls vorzügliche Beispiele derartiger Ueberbrückungen. Noch wichtiger als Beweis für die Giltigkeit unseres ersten Variationsgesetzes erscheint uns das Vorkommen eines Zerfalles der F. ectosylvia bei ein und derselben und nahe verwandten Arten. Beim Fötalgehirn des Hundes sind F. ectosylvia anterior und posterior getrennt angelegt, während beim erwachsenen Hund dieselben fast ausnahmslos vereinigt sind. Hieraus wird auch das Auftreten dieser Ueberbrückungen verständlicher.

In folgender Umkehrung erweist dieses Gesetz sich als seltener zutreffend: eine Brücke, die eine Furche von einer, in der Richtungslinie derselben gelegenen anderen trennt, kann verschwinden.

Zweites Variationsgesetz: Bei grösseren Gehirnen kann eine Furche begleitet werden von einer Parallelfurche, in einem Theil ihres Verlaufs oder in ihrer ganzen Länge. In letzterem Falle kann es unmöglich werden, zu entscheiden, welche von beiden Furchen als ursprüngliche, und welche als accessorische Parallelfurche aufzufassen ist. Das treffendste Beispiel hierfür liefern Variationen der F. splenialis, wie sie bei den beiden Hemisphären eines und desselben *Phoca*-Gehirnes vorkommen. Wir erinnern an uusere Darstellung des Verlaufes der F. sublimbica und des vorderen Astes der F. splenialis bei *Ph. vitulina.* Mit demselben Recht kann man auch das Gesetz umgekehrt formuliren und von einer Verschmelzung zweier Parallelfurchen zu einer einzigen sprechen. Die ganze Unterscheidung einer F. medilateralis und ectolateralis bei den Carnivoren wird dadurch fast gegenstandslos. Wie früh eine Neigung zur Bildung von Parallelfurchen auftritt, ergiebt sich aus unserer Beschreibung fötaler Cetaceengehirne, besonders in Bezug auf die F. suprasylvia.

Durch Combination der Wirksamkeit beider Gesetze ergiebt sich die Möglichkeit einer grossen Reihe von Variationen. Als ausgezeichnetes Beispiel für das Ausreichende dieser Gesetze zur Erklärung der Furchenvariationen kann die Darstellung der Furchenvariationen im Gebiete des Cuneus und Praecuneus gelten, wie sie SERNO [1]) für den Menschen gegeben hat.

Drittes Variationsgesetz: Jede Furche kann sich verlängern. Die Richtung dieser Verlängerung wird bestimmt durch die benachbarten Furchen und andererseits die Richtung dieser Nachbarfurchen durch jene Verlängerung modificirt, und zwar ist Regel, dass ein Einmünden einer Furche in die andere vermieden wird, vielmehr suchen beide eine mittlere parallele Richtung einzunehmen. Als Beispiel führen wir an das Verhalten der F. coronalis uud der F. cruciata bei zunehmender Verlängerung der letzteren an den Gehirnen der Bärenfamilie. Die ursprünglich fast senkrecht zu einander gestellten Furchen nehmen in Folge der Verlängerung der F. cruciata eine fast parallele Richtung ein. Von den Furchen auf die Windungen übertragen, heisst dieses Gesetz: Eine Hauptwindung wird im Allgemeinen bei nahe verwandten Arten durch eine Querfurche nicht in zwei Theile getheilt, was von physiologischer Seite aus leicht begreiflich ist.

Viertes Variationsgesetz: Nebenäste sind im Allgemeinen gleichgültig für die Configuration der Hirnoberfläche; nimmt in Folge gesteigerter Function ein Hirntheil erheblich an Grösse zu, so ent-

---

1) D. SERNO: Die individuellen Typen der Hirnwindungen beim Menschen. Moscau 1877. Referat im Archiv f. Anthropologie 1879.

wickeln sich accessorische Furchen zu Hauptfurchen, und zwar senkrecht zu den letzteren und im Sinne der Richtung des Wachsthums des betreffenden Hirntheils. Es gilt dies durchaus nicht nur für entfernte Ordnungen, es handelt sich also nicht nur um ein Gesetz für die Homologien, sondern auch um ein Gesetz für die Variationen. Auf der Medianfläche des Cetaceengehirns z. B. entwickeln sich mit der zunehmenden Breite des Gyrus medialis eine grosse Reihe tiefer, senkrecht zu den, den Gyrus medialis begrenzenden Bogenfurchen gelegene Transversalfurchen.

Diese vier Gesetze, welche für die Variationen der Hirnfurchen eines Individuums, einer Art [1]), einer Gattung und einer Familie gelten, sollen nun verwandt werden zur Feststellung der Homologien innerhalb der grossen Säugethierordnungen. Jede Homologie, welche nicht auf eines dieser Variationsgesetze oder auf ganz bestimmte entwickelungsgeschichtliche Thatsachen zurückgeführt werden kann, schwebt in der Luft.

Fissura Sylvii.

Eine Fossa Sylvii kommt allen von uns in Betracht gezogenen Säugethierordnungen zu, eine Fissura Sylvii kommt nur dann zu Stande, wenn Stirn- und Scheitellappen einerseits und Schläfenlappen andererseits die Insel stark überwallen. Bei den Thieren, bei welchen die Ueberwallung des Scheitel- und des Stirnlappens getrennt stattfindet, müssen offenbar zwei Aeste einer Sylvischen Furche auftreten: in Anlehnung an die herkömmliche Nomenklatur beim Menschen bezeichnen wir den durch die zusammentretenden, überwallenden Windungen des Schläfenlappens und des Scheitellappens entstehenden Ast als Ramus posterior, den durch das Zusammentreten der getrennt überwallenden Stirn- und Scheitelwindungen entstehenden Ast als Ramus perpendicularis oder besser Ramus medius. Bei den Cetaceen existirt lediglich ein Ramus posterior, bei den Ungulaten ist diesem Ramus posterior homolog der Processus acuminis, ebenso beim Elephanten. Auch den Pinnipediern kommt lediglich ein Ramus posterior zu. Der von uns beschriebene, scheinbar mit der F. Sylvii zusammenhängende Ramus perpendicularis hat mit der Ueberwallung der die Insel umlagernden Rindentheile nichts zu thun. Ebenso ist bei den Carnivoren das Verhältniss ein ähnliches, erst bei den Quadrumanen und vor allem beim Menschen wird durch das getrennte Ueberwallen der Stirnwindungen einerseits, der Scheitelwindungen andererseits ein Ramus medius sens. strict. erzeugt. Stossen die überwallenden Stirnscheitelwindungen einerseits und die überwallenden Schläfenwindungen andererseits nur in ihrem oberen Theile zusammen, so scheint sich die F. Sylvii nach unten zu zu gabeln. Diese unteren Gabeläste bezeichnen alsdann den Spalt zwischen der freiliegenden Insel und den überwallenden Windungen. Diese beiden Aeste, wie dies gewöhnlich geschieht, wiederum als Ramus anterior und posterior zu bezeichnen, ist unzweckmässig, da einer dieser Namen bereits vergeben ist, wir wählen dafür die Bezeichnung Ramus inferior anterior und Ramus inferior posterior. Bei den Ungulaten sind diese beiden Aeste in Folge Freiliegens der Insel am schärfsten ausgeprägt. Bei allen anderen Säugethieren, so namentlich auch beim Menschen sind diese Rami inferiores sehr gering entwickelt. Was in der menschlichen Anatomie als Ramus anterior beschrieben wird, hat zunächst mit der F. Sylvii gar nichts zu thun. Scharf zu trennen von dieser F. Sylvii, welche keine eigentliche Furchung der vorher glatten Rindenoberfläche darstellt, sondern durch die Annäherung der überwallenden Hirnlappen entsteht, ist die Fiss. circularis externa Insulae. In ihrer classischen Reinheit erscheint sie bei den Cetaceen. Dieselbe stellt, wenn man von Bogenfurchen in tieferem

1) Die Behauptung Dareste's (Circonvolutions du cerveau chez les Mammitères. Annal. d. scienc. natur. 1855), dass die Hausthiere eine gegenüber ihrer Grösse unverhältnissmässig reiche Rindenfurchung und entsprechend eine grosse individuelle Variabilität der Rindenfurchen zeigen, ist unzutreffend.

morphologischen Sinne reden will, die erste Bogenfurche dar. Bei dem Menschen entsprechen dieser Fiss. circularis externa die drei BURDACH'schen Spalten.

Um das Verhältniss der Sylvischen Furche und speciell der Rami inferiores anterior et posterior zu den naheliegenden Furchen der Basalfläche, namentlich den F. rhinales anterior et posterior, der F. circularis interna, der F. olfactoria und zum Theil der F. praesylvia richtig zu verstehen, ist ein Ueberblick über das gesammte vorliegende entwickelungsgeschichtliche wie vergleichend-anatomische Material nöthig.

Zunächst ist vorauszuschicken, dass die F. rhinalis anterior definirt ist als Grenzfurche des Lobus olfactorius (PANSCH), es ist also stets diejenige Furche als F. rhinalis anterior zu bezeichnen, welche das Trigonum olfactorii lateral begrenzt. Die F. olfactoria ist lediglich, wie schon PANSCH treffend bemerkte, eine in die F. rhinalis anterior gewissermaassen hineingezeichnete Furche. Es wird sich nun zunächst darum handeln, die so bezeichnete F. rhinalis anterior in den einzelnen Gruppen aufzusuchen. Wir haben in unsrer Darstellung des Gehirns vor *Hyperoodon* und *Beluga* — in Anlehnung an GULDBERG — zunächst die auf der Basalfläche des Stirnhirns frei zu Tage tretende Fissura circularis externa als Fissura rhinalis anterior bezeichnet. Diese Auffassung wird jetzt einer gewissen Korrektur bedürfen. Den Cetaceen fehlt ein deutlicher Riechlappen. Die Fiss. olfactoria ist oft schwer zu identificiren, meist gabelt sie sich an ihrem hinteren Ende etwas. Der mediale Gabelast (F. ectorhinalis OWEN) communicirt bald mit dem vorläufig als F. rhinalis ant. bezeichneten, frei auf der Basalfläche des Stirnhirns erscheinenden F. circularis externa bald mit der F. circularis interna, bald mit keiner von beiden. Im Hinblick nun auf die bei den übrigen Säugethieren alsbald darzustellenden Verhältnisse und auf Grund der eben gegebenen Definition der F. rhinalis anterior halten wir es nun für richtiger, das freie Endstück der F. circularis externa nicht als F. rhinalis anterior zu bezeichnen, sondern den Walen eine F. rhinalis ant. entweder ganz abzusprechen oder die ev. vorhandene Communication zwischen der F. ectorhinalis und F. circularis interna so zu bezeichnen. Gelegentliche Communicationen der F. ectorhinalis und F. circularis externa sind danach als Ausnahme zu erachten (GULDBERG l. c. Taf. 3). Hiermit stimmt auch durchaus überein die Zeichnung eines Fötalgehirns von *Megaptera boops,* Es ergiebt sich weiterhin aus der oben gegebenen Definition, dass im Allgemeinen die F. rhinalis anterior, ebenso wie sie laterale Grenzfurche des Riechlappens und weiterhin der Substantia perforata antica abgiebt, andererseits die mediale (hintere) Begrenzungsfurche der Insel bildet.

Die F. rhinalis posterior ist definirt als die laterale Begrenzungsfurche des sogenannten Lobus pyriformis, characteristisch ist weiterhin für sie ihr Ursprung aus der F. splenialis oder in unmittelbarer Nähe derselben. In ihrem vorderen Ende liegt sie in der Fossa Sylvii. Es ergiebt sich hieraus ein allgemeines Schema der basalen Furchenbeziehungen in der Umgebung der Fossa Sylvii, wie wir es nachstehend gezeichnet haben [2]):

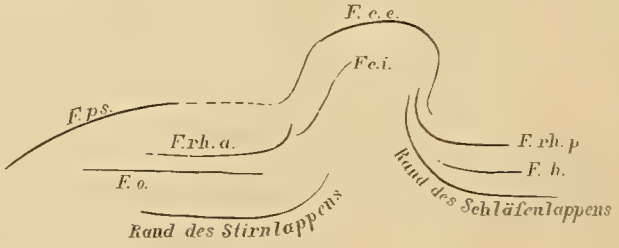


Fig. 1.

1) Die Fiss. rhinalis ant. dürfte auf derselben Zeichnung falsch angegeben sein.

2) In äusserst befriedigender Weise stimmt dies überein mit der Annahme BROCA's zweier Verbindungswülste in seinem der Insel z. Th. entsprechenden »lobule sous-sylvienne«, nämlich »plis tempéro-frontale« und »tempéro-parictale«. BROCA l. c. p. 431.

Die typische Lage der F. praesylvia ist in der Verlängerung der F. circularis externa zu suchen.

Mit diesem Schema stimmt zunächst überein die Thatsache, dass bei den Cetaceen die F. praesylvia ausnahmslos entweder direct aus der F. circularis externa entspringt oder eine leicht erkennbare Fortsetzung derselben darstellt. Auch GULDBERG's Zeichnung des *Balaenoptera*-Gehirns stimmt hiermit durchaus überein. Die F. rhinalis posterior endet bei den Cetaceen in den die Insel überwallenden Wulst des Schläfenlappens.

Versuchen wir zunächst darzustellen, wie sich diese Verhältnisse bei den Ungulaten modificiren. Wichtig ist hier die Heranziehung der Fötalgehirne. Dasjenige, was hier die Lagerung der in Rede stehenden Furchen modificirt, ist der Umstand, dass die Insel nicht wie bei den Cetaceen im Wachsthum dauernd zurückbleibt, sondern eine wahrscheinlich nachträgliche Erhebung erfährt, welche bei *Bos* eine ausgedehntere ist als bei *Sus*. Eine Folge dieser Entwickelung wurde bereits erwähnt: die überwallenden Windungen schliessen sich nur im oberen Theil zu einer Fiss. Sylvii, dem sog. Processus acuminis zusammen, während im unteren Theile die beiden Endstücke der F. circularis externa als Ramus inferior anterior und posterior zu Tage treten, und die freiliegende Insel zwischen sich einschliessen. Auch bleibt bei *Bos* das ursprüngliche Verhältniss insofern gewahrt, als die F. praesylvia aus dem Ramus inferior anterior, also aus der F. circularis externa resp. aus deren Wand entspringt[1]). Bei Rinderföten entsteht die F. praesylvia durchaus getrennt von dem R. inf. ant.

Folgendes Schema giebt die Verhältnisse bei *Bos* und *Sus* wieder:

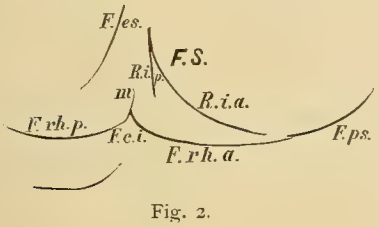


Fig. 2.

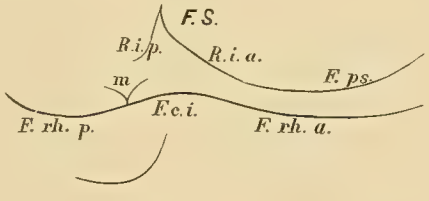


Fig. 3.

Von höchstem Interesse wäre es nun, weiterhin festzustellen, ob bereits in den frühesten Entwickelungsstadien jene so auffällige, aber für die Ungulaten so characteristische bogenförmige Verbindung der F. rhinalis anterior und der F. rhinalis posterior besteht. Leider enthält die Literatur nichts darüber, indem KRUEG's Darstellungen die frühesten Entwickelungsstufen nicht enthalten. Erklärlich wird die Verbindung dieser beiden Furchen durch folgende Erwägung. Indem die Insel sich ebenfalls an der allgemeinen Erhebung der Rindenoberfläche betheiligt, erfährt die mediale Grenzfurche derselben, die F. circularis interna, welche, wie schon erwähnt, in der Verlängerung der F. rhinalis anterior gelegen ist, eine Weiterentwickelung nach hinten, bis zur Vereinigung mit der F. rhinalis posterior. Der in unserem Schema gezeichnete stets sehr auffällig entwickelte Ast »m« welcher bei *Sus* sogar von Manchen fälschlich für die Fiss. Sylvii gehalten worden ist, ist die ursprüngliche Einbiegung der F. rhinalis posterior in den temporalen Ueberwallungswulst der Insel. Wir machen auch ausdrücklich darauf aufmerksam, dass das Fötalgehirn der Cetaceen, speciell der *Beluga*, mit seiner bogenförmigen, aus dem Frontallappen in den Temporallappen hinüberziehenden F. circularis interna ganz hervorragende Aehnlichkeit mit der entsprechenden Bildung des

1) Auch auf der Abbildung des Gehirns eines 21 cm langen Foetus von *Ovis aries* bei KRUEG hängt die F. praesylvia mit dem Ram. inf. ant. zusammen, erst später tritt Trennung ein.

erwachsenen Ungulatengehirns darbietet. Die Verhältnisse bei *Bos* sind damit im Wesentlichen erschöpft. Bei *Sus* ändern sich die Verhältnisse dadurch etwas, dass die Insel nicht in ihrem ganzen Umfang an die Oberfläche tritt, sondern vorzugsweise nur in dem hinteren Theil. Dass der Ast »m« gerade hier sehr deutlich ist, haben wir schon erwähnt, der vor demselben gelegene Windungswulst ist dem temporalen Randwulst der Insel zuzurechnen. Die Vereinigung der beiden F. rhinales kommt in ähnlicher Weise zu Stande, wie bei *Bos*. Dass die Verbindung der F. rhinalis anterior mit dem Ramus inferior anterior der Fiss. Sylvii resp. unserer F. circularis externa nur eine scheinbare ist, hat schon KRUEG bemerkt (l. c. pag. 313). Auffallend ist hingegen bei den Suilliden, dass die F. praesylvia, statt aus der F. circularis externa, aus der F. rhinalis anterior entspringt. In der That ist übrigens dieser Zusammenhang kein so directer, wie er gewöhnlich dargestellt wird, vielmehr scheint uns die F. praesylvia in der oberen Wand der F. rhinalis anterior zu entstehen, in dieser selben oberen Wand aber endet auch der Ramus inferior anterior Fiss. Sylvii. Immerhin müssen wir zugestehen, dass die Verhältnisse bei den Suilliden auch die Annahme rechtfertigen könnten, dass die F. praesylvia nicht immer in jener oben behaupteten directen Beziehung zu der F. circularis externa steht, sondern frei sich entwickelt und bald mit der F. circularis externa (Cetaceen, *Bos*), bald mit der F. circularis interna resp. F. rhinalis anterior (*Sus*, Carnivora) sich verbindet [1]). Wir müssen bei der Feststellung der Homologien des »sulcus Rolandi« nochmals hierauf zurückkommen. Bei *Equus* ist es vor allem hier bemerkenswerth, dass die F. rhinalis anterior, wenn man sie von hinten nach vorn verfolgt, vorn mit einem Ast die Grenzfurche des Riechlappens abgiebt, mit einem andern der F. praesylvia sich nähert; namentlich bei *Equus asinus* erscheint dies deutlich. Der zweiterwähnte Ast dürfte ganz speciell als Rest einer F. circularis externa aufzufassen sein. Communicationen mit der F. praesylvia scheinen nur indirect vorzukommen. Jedenfalls, namentlich wenn man das Ziegenhirn noch zur Vergleichung hinzuzieht, ergiebt sich, dass die F. praesylvia, wo sie eine Verbindung mit der F. rhinalis anterior einzugehen scheint, dies eben mittelst jenes oberen Astes der F. rhinalis anterior thut. — Sehr beachtenswerth ist das von BROCA gezeichnete Vorkommniss bei dem »chien ratier« l. c. Fig. 19, nämlich: es tritt hier dieser obere Ast vollständig frei auf, ohne Verbindung mit der Praesylvia und ohne Verbindung mit der F. rhinalis anterior.

Viel einfacher liegen die Verhältnisse bei den Carnivoren. Nur für den ersten Augenschein geht die F. rhinalis anterior und posterior direct in die F. Sylvii über. Aufklärend dafür ist vor allen Dingen die Untersuchung der Fötalgehirne. Die KRUEG'schen Zeichnungen sind hier nicht ganz ausreichend (mit Ausnahme vielleicht von Fig. 9, Tafel 39), hingegen stellen die PANSCH'schen Bilder sowie unsere eigenen Beobachtungen die Sache vollständig klar. F. rhinalis anterior (einschliesslich der F. circularis interna) und F. rhinalis posterior entwickeln sich getrennt, aber in einer Bogenlinie. Oberhalb derselben entwickelt sich in einem neuen Bogen die Fiss. circularis externa (und damit die F. Sylvii (namentlich der Ramus inferior anterior) und die F. praesylvia. Auch beim erwachsenen Thier ändert sich dieses unserm allgemeinen Schema durchaus entsprechende Lagerungsverhältniss nur wenig. Auch beim erwachsenen Thier lässt sich meist, zumal bei den Caninen, noch mit Sicherheit erkennen, dass die F. rhinalis posterior nicht direct in den Ramus inferior posterior übergeht. (Vergl. die oben erwähnte Zeichnung von KRUEG.) Die F. rhinalis anterior vereinigt sich meist, von der F. olfactoria herkommend, mit der F. praesylvia, worauf beide mit dem Ramus inferior anterior der F. Sylvii verschmelzen. Indes sahen wir doch häufig die F. rhinalis anterior in der unteren Wand der

1) Nach den Zeichnungen KRUEG's stellt vielleicht *Ovis aries* eine Zwischenstufe von *Bos* und *Sus* in dieser Beziehung dar. Hier entwickelt sich nämlich ganz besonders deutlich die F. praesylvia zwischen Ramus inferior anterior Fiss. Sylviae und E. rhinalis anterior. Auch bei erwachsenen Ungulaten kommt häufig ein intermediärer Ursprung der F. praesylvia vor.

F. praesylvia oder des Ramus inferior anterior Fiss. Sylvii sehr seicht enden. Hervorgehoben muss noch werden, dass namentlich bei den Katzen die Vereinigung der F. praesylvia mit dem Ramus inferior anterior sehr spät zu Stande kommt. Eine eigentliche Furche verbindet die F. rhinalis anterior und posterior nie. Will man jedoch die untere Begrenzungslinie der tiefer gelegenen Insel gegen die emporgewölbten basalen Rindentheile zwischen F. rhinalis anterior und F. rhinalis posterior als Furche ansehen, so wäre dieselbe als F. circularis interna zu bezeichnen. Die untere Wand dieser Furche — von einer oberen kann eigentlich nicht gesprochen werden — geht ganz entsprechend unserer allgemeinen Auffassung direct in die untere Wand der F. rhinalis posterior einerseits und der F. rhinalis anterior andererseits über. Das folgende Schema giebt die erörterten Beziehungen bei den Carnivoren wieder.

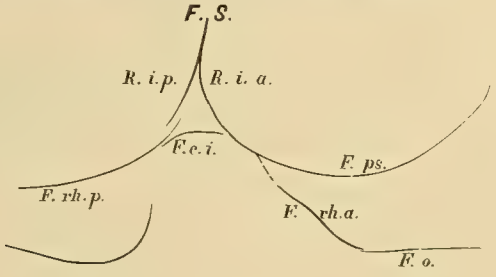


Fig. 4.

Bei den Pinnipediern ist die Ausbildung der Furchen um die Sylvische Grube der von uns als Typus aufgestellten noch ähnlicher als bei den Carnivoren. Die F. rhinalis posterior endet nämlich deutlich in der hinteren Wand der Fiss. Sylvii. Die F. rhinalis anterior geht aus der F. olfactoria hervor, um alsdann nur scheinbar in den Ramus inferior posterior überzugehen. Legt man die Insel auseinander, so gewinnt man eher den Eindruck, als setze sich die F. rhinalis anterior noch seicht auf dem Boden der Insel als F. circularis interna fort. Ueber das besondere Aussehen, welches die Sylvische Furche durch die eigenthümliche Lagerung der F. ectosylvia antica erhält, wird später zu sprechen sein.

Jedenfalls wird man auf Grund dieser Homologien als Insel nur das kleine Gebiet, welches die F. circularis externa umschliesst, bezeichnen dürfen, jener Windungswulst aber zwischen der F. circularis externa und der versenkten F. ectosylvia antica ist dem vorderen Klappdeckel zuzurechnen.

Characteristisch ist also vor allem für das Pinnipediergehirn im Gegensatz zu dem Carnivorengehirn, dass jene Vereinigung der F. rhinales auch nicht andeutungsweise zu Stande kommt, sondern beide frei in die Insel münden, wobei freilich die F. rhinalis anterior bereits in einer an die Carnivoren erinnernden Art und Weise mit der F. circularis externa in Verbindung tritt (siehe Fig. 5).

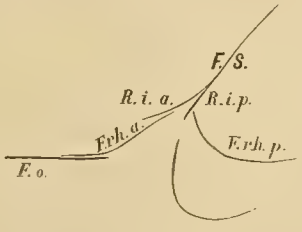


Fig. 5.

Bei den Primaten, speciell beim Menschen ist die F. rhinalis posterior häufig noch sehr deutlich auf der Basalfläche des Temporallappens zu erkennen. Sie pflegt nach einem sagittalen Verlaufe von 1,5 cm zu enden und steht nur in ganz seichtem Zusammenhang mit dem auch beim Menschen stets recht gut nachweisbaren Ramus inferior posterior unserer F. circularis externa. Es dient diese Furche zugleich als hintere Grenzfurche des Limen insulae; indem der Temporallappen hier mit der Substantia perforata antica verwächst, scheint das Limen insulae zum Theil aus dem Temporallappen hervorzugehen. Die Fissura circularis externa umgiebt in ihrem weiteren Verlauf als Burdach'sche Hinter-, Ober- und Unterspalte (Sulcus circularis Reilii) die Insel. Vorne steht die F. circularis externa in keinem sicheren Zusammenhang mit den Basalfurchen des Stirnlappens. Eine Fissura rhinalis anterior ist bei dem Menschen, entsprechend dem rudimentären Character des Trigonum olfactorii, nur angedeutet.

Dass Stirn- und Scheitellappen bei den Primaten getrennt überwallen, wurde bereits erwähnt, sowie dass auf diesem Wege ein Ramus medius F. Sylvii zu Stande kommt. Uebrigens mag Burdach's Vorderspalte beim Menschen möglicherweise nicht nur dem vorderen Stück einer F. circularis externa entsprechen, sondern zugleich einer in die Fossa Sylvii versenkten F. ectosylvia antica; wenigstens ist die morphologische Aehnlichkeit der bezüglichen Verhältnisse bei den Pinnipediern und dem Menschen eine ganz auffällige. Was schliesslich den in den Lehrbüchern der menschlichen Anatomie häufig genannten Ramus anterior horizontalis Fiss. Sylvii anlangt, so können wir demselben grössere Wichtigkeit für die vergleichende Anatomie nicht beimessen, derselbe grenzt vielmehr nur in mehr oder weniger deutlicher Weise diejenigen Windungen des Stirnlappens, welche die Insel überwallen, gegen die basalen, an dieser Ueberwallung nicht theilnehmenden Stirnwindungen ab. Das vordere Ende der F. rhinalis anterior hat mit dem sogenannten Ramus horizontalis der Fiss. Sylvii in der Regel gar nichts zu thun [1]).

Fissura ectosylvia.

Die Homologien der F. ectosylvia ergeben sich auf Grund der eben festgestellten Thatsachen ohne grosse Schwierigkeiten. Bei *Beluga* und *Hyperoodon* sowie bei *Balaenoptera* stellt dieselbe eine einheitliche Bogenfurche dar, bereits bei *Phocaena* fanden wir eine Unterbrechung im hinteren oberen Theil und eine Verlängerung des vorderen Astes nach hinten bis zur Einmündung in die F. suprasylvia. Für den Elephanten lässt sich auf Grund der bis jetzt vorhandenen Zeichnungen ein sicheres Homologon der F. ectosylvia nicht feststellen, auf die Möglichkeit, dass der hintere Bogenschenkel der F. Sylvii zugleich eine F. ectosylvia postica enthält, haben wir bereits hingewiesen. Bei den Ungulaten ist das Homologon der F. ectosylvia postica von Krueg bereits richtig angegeben worden. Es fragt sich nur, ob auch für die F. ectosylvia antica ein Homologon zu finden ist; es käme hier wohl nur die F. diagonalis in Betracht. Bei Anwendung unseres dritten Variationsgesetzes erscheint dies in der That plausibel. Die Darstellung des Gehirns von *Moschus moschiferus*, wie sie Krueg giebt, desgleichen von *Capreolus vulgaris* mit der sehr symmetrischen Lagerung der F. ectosylvia postica und der F. diagonalis lassen die Annahme dieser Homologie als wahrscheinlich erscheinen. Nicht widerspricht dieser Auffassung, dass bei manchen Ungulaten eine Communication der F. diagonalis mit der F. suprasylvia zu Stande kommt, so namentlich bei *Gazella dorcus* und den Suilliden. Hier besteht die

1) Ganz anhangsweise möchten wir darauf aufmerksam machen, dass auch bei den Edentaten unsere Darstellung der Beziehungen der F. Sylvii zu den umgebenden Fissuren bestätigt wird. Hier ist die F. Sylvii resp. die F. circularis externa von der F. rhinalis anterior et posterior vollständig getrennt. Es ergiebt sich dies wenigstens aus der Abbildung G. Pouchet's (Mémoire sur l'encéphale des Edentés, Paris 1869). Auch für die Marsupialier — wir konnten speciell ein Gehirn von *Macropus* genauer studiren — trifft diese unsere Darstellung durchaus zu.

F. diagonalis in der Regel aus zwei Schenkeln, deren einer einer F. ectosylvia antica entspricht, während der sagittal gerichtete einem sagittalen vorderen Endstück des vorderen Schenkels der F. suprasylvia entsprechen würde [1]). Bei den Carnivoren ist die F. ectosylvia längst als solche bekannt. Durch das eben Erwähnte ist zugleich die Berechtigung, mit welcher KRUEG den vordersten Theil des vorderen Schenkels der suprasylvia als F. diagonalis bezeichnet hat, ins rechte Licht gesetzt worden. Wichtig ist es im Hinblick auf das Verschwinden unserer Furche bei Affen und Menschen, hier nochmals zu erinnern an die Häufigkeit einer Unterbrechung der F. ectosylvia in ihrem Gipfel. Bei den Pinnipediern ist die F. ectosylvia meist durchaus geleugnet worden, wir müssten indes behaupten, dass die versenkte, scheinbar als Ramus perpendicularis der F. Sylvii auftretende Furche einer F. ectosylvia antica homolog ist. Auch eine F. ectosylvia postica ist andeutungsweise von MURIE und uns gefunden worden. Mit Recht hat auch TURNER darauf hingewiesen, dass bei *Ursus maritimus*, *Lutra vulgaris*, *Meles taxus* und *Mellivora indica* in ähnlicher Weise wie bei den Pinnipediern die erste Bogenwindung in der Sylvischen Grube versenkt ist. Sein weiterer Schluss, wonach die Insel dieser Thiere sowie der Primaten der Insel plus der ersten Bogenwindung (Sylvian convolution) der Caninen entsprechen soll, kann rein morphologisch eventuell noch zugegeben werden, obwohl es uns richtiger scheint, von einem Verschmelzen der ersten Bogenwindung mit der zweiten zu reden. Die Homologien des Feliden- und Caniden-Gehirns giebt TURNER unserer Meinung nach falsch wieder. Seine abweichende Bezeichnung (beim Hunde und Bären F. lateralis = F. mediolateralis TURNER's, F. suprasylvia = F. lateralis TURNER's, beim Hunde F. ectosylvia = F. suprasylvia TURNER's) erschwert die Verständigung ausserordentlich. Nach l. c. p. 120 scheint TURNER für die Feliden die beiden ersten der F. Sylvii nächstgelegenen Bogenwindungen fälschlich als eine aufzufassen; denn nur so wird verständlich, wie er von der Suprasylvian convolution des Tigers (d. i. sonst die zweite Bogenwindung) sagen kann, sie werde vom Gyrus sigmoideus und der Sagittal convolution durch die erste Bogenfurche getrennt. Die Homologien zwischen Bären- und Hundegehirn stellt TURNER wie wir auf (p. 118).

In mancher Beziehung bildet einen Uebergang zu den Primaten das Gehirn des Bären, in welchem die F. ectosylvia mit der F. suprasylvia verschmolzen ist. Wir verweisen zum Verständniss dieser Verschmelzung auf unsere früheren Zusammenstellungen, insbesondere auf das Verschwinden der F. ectosylvia antica bei *Hyaena, Proteles* und *Genetta.* Bei den Primaten ist der hintere Theil der F. ectosylvia noch meist als eine kleine, im Gyrus supramarginalis verlaufende Furche aufzufinden, der vordere Theil ist, wie dies bei der ganzen eben verfolgten Entwickelung begreiflich ist, nicht mehr vorhanden.

Fissura praesylvia, coronalis, cruciata und centralis.

Für die Fissura centralis sive Rolando des Menschen und des Affen können als homologe Furchen bei den übrigen Placentaliern drei Furchen in Betracht kommen, erstens die F. coronalis, zweitens die Fissura cruciata und drittens die F. praesylvia. Wir wollen zuerst die erste Möglichkeit erwägen, also die Fissura coronalis der Fissura centralis homolog setzen. Nahegelegt könnte dies werden durch folgende Thatsachen. Zunächst hat bei manchen Carnivoren in der That die F. coronalis, wenn man nur den Winkel in Betracht zieht, welchen dieselbe mit der medianen Mantelkante bildet, eine ähnliche Lage wie die Fissura centralis der Primaten. Während nämlich bei vielen Ungulaten die Fissura coronalis annähernd sagittal verläuft und nur vorn nach unten abbiegt, stellt sich z. B. bei *Felis leo*, *Proteles*, *Martes*, *Ursus maritimus* und anderen die Fissura coronalis mehr transversal. Es kommt hinzu, dass der Bogen, welchen die F. coronalis vorn um die F. cruciata beschreibt, häufig dahin modificirt wird. dass der vordere vor der F. cruciata auf-

1) Auch sind KRUEG's Deutungen der F. diagonalis bei einzelnen Ungulaten wohl kaum ganz stichhaltig.

steigende Schenkel wegfällt; schliesslich ist, um der in Rede stehenden Anschauung gerecht zu werden, noch zu erwähnen, dass die F. coronalis sich von der F. lateralis und ansata völlig loslösen kann; wir haben selbst diese Varietät bei dem Hund beschrieben. Mit allen diesen Modificationen gewinnt nun allerdings die F. coronalis zunächst eine gewisse Aehnlichkeit mit der F. centralis; sie liegt wie diese frei auf der Convexität, sie ist etwas mehr, aber nicht erheblich mehr sagittal gestellt und kann auch hinsichtlich ihrer Länge und Tiefe wohl mit der Fissura centralis verglichen werden. Die umliegenden Furchen müssten dann in folgender Weise gedeutet werden. Die F. ansata entspräche der F. postcentralis, die F. lateralis, wenigstens in ihrem vorderen Theil, der F. intraparietalis. Die F. calloso-marginalis, deren Einschneiden in die mediane Mantelkante unmittelbar hinter der F. centralis für die Primaten so characteristisch ist, müsste dem Ramus medius F. splenialis und der F. genualis homolog gesetzt werden, und zugleich ein Zusammenhang dieser beiden Furchen, also ein Wegfall des »plis de passage fronto-limbique« angenommen werden, und endlich müsste eine Loslösung des Ramus medius von dem hinteren Theil der F. splenialis postulirt werden, und zugleich ein Seichterwerden oder Verschwinden des Ramus anterior. Der F. praecentralis der Primaten könnte dann weiterhin entweder die F. cruciata oder die F. praesylvia homolog sein. Bei ersterer Annahme könnte vielleicht weiterhin die F. praecruciata mit der F. frontalis superior homologisirt werden. Bei der letzteren würde die F. cruciata fast vollständig mit dem Ramus anterior F. splenialis in Fortfall gekommen sein.

Die so geschilderte Auffassung hat in der That Vertreter gefunden. Zuerst hat Owen [1]) behauptet, die Coronalfissur entspreche der Centralfissur. Pansch [2]) hat sich dem angeschlossen. Auch Meynert [3]) theilt diese Ansicht, doch weicht dieselbe insofern ab, als er bei dem Bären diejenige Furche, die wir, wie die meisten anderen Autoren, als Fissura cruciata bezeichneten, als F. coronalis ansieht. Meynert hat dann weiterhin die F. praesylvia dem Ramus ascendens perpendicularis der F. Sylvii homolog gesetzt und geglaubt, die F. praecruciata als F. praecentralis speciell beim Bär ansehen zu können. Die F. cruciata der Carnivoren — mit Ausnahme des Bären — würde dem Einschnitt der F. calloso-marginalis entsprechen. Ferrier [4]) hat neuerdings, in Gegensatz zu seinen früheren Anschauungen, ebenfalls die Homologie der F. coronalis und F. centralis behauptet, und zwar namentlich auf Grund physiologischer Erwägungen.

Auch Turner [5]) hat, indem er im Wesentlichen die Argumentationen Ferrier's acceptirte, die in Rede stehende Homologie durchzuführen gesucht, und zwar hat er weiterhin die F. praesylvia und praecentralis homologisirt; die F. cruciata müsste der F. calloso-marginalis entsprechen [6]) oder einem vor der Pars ascendens zum Medianrand aufsteigenden Ast der F. calloso-marginalis.

Indem wir an die Kritik dieser Anschauungen herangehen, ist vor allem die auf das so wichtige Bärengehirn bezügliche Vorfrage zu entscheiden, ob die im vorderen Abschnitt desselben verlaufende schräge

---

1) Owen: l. c.

2) Pansch: 1. Ueber die typische Anordnung der Furchen und Windungen auf den Grosshirnhemisphären des Menschen und der Affen. Archiv f. Anthropologie. Bd. 3. 1868. — 2. Ueber gleichwerthige Regionen am Grosshirn der Carnivoren und der Primaten. Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1875. Nr. 38. — 3. Bemerkungen über die Faltungen des Grosshirns und ihre Beschreibung. Archiv f. Psychiatrie. Band VIII. Heft 2. 1877.

3) Meynert: 1. Die Windungen der convexen Oberfläche des Vorderhirns bei Menschen, Affen und Raubthieren. Archiv f. Psychiatrie. Bd. VIII. 1877. Psychiatrie. Wien 1884. — 2. Die anthropologische Bedeutung der frontalen Gehirnentwickelung nebst Untersuchungen über den Windungstypus des Hinterhauptlappens und pathologische Wägungsresultate der menschlichen Hirnlappen. Jahrbücher f. Psychiatrie. Bd. VII. 1887.

4) D. Ferrier: The functions of the brain. London. Ed. I. 1876. Ed. II. 1886.

5) The voyage of H. M. S. Challenger. Report on the Seals. Vol. 26. 1888.

6) Dareste äussert sich nicht ganz klar über die in Rede stehenden Homologien; jedenfalls homologisirt er die F. cruciata der Carnivoren mit der F. praecentralis der Primaten.

Furche als F. coronalis (MEYNERT) oder als F. cruciata zu bezeichnen ist. KRUEG's und unsere F. confinis des Bärengehirns ist weiterhin nach MEYNERT der F. lateralis zu homologisiren. Wir haben uns gegen MEYNERT entschieden. Zunächst verträgt sich mit der MEYNERT'schen Auffassung die in Früherem vergleichend-anatomisch entwickelte Thatsache nicht, dass eine F. ectosylvia dem Bärengehirn fehlt. Diese Thatsache aber vorausgesetzt, ist die erste Bogenfurche des Bärengehirns als F. suprasylvia, daher die zweite als F. lateralis und coronalis anzusehen. Die fragliche Fissur gehört also dem System der vierten Bogenfurche an. Ganz unwahrscheinlich ist es auch, dass eine so mächtige Furche wie die mit einem Stern bezeichnete auf MEYNERT's Abbildung (Fig. 13), die wir als R. ant. Fiss. splenialis auffassen, die F. coronalis von der sonst mit ihr zusammenhängenden F. lateralis trennen sollte.

Wir müssen uns hier durchaus PANSCH und KRUEG anschliessen; es lässt sich eine continuirliche Reihe herstellen, an deren einem Ende das Gehirn des Hundes, an deren anderem das Gehirn des Bären zu stehen käme, in welcher das allmähliche Verschwinden der F. ectosylvia Schritt für Schritt verfolgt werden kann. Bei *Felis dom.* trennt sich der vordere Zweig derselben von dem hinteren, bei *Leo* geht der vordere Zweig eine Verbindung mit der F. Sylvii ein, bei *Hyaena* und *Proteles* ist der vordere Zweig verschwunden. Das Gehirn von *Genetta* und *Viverra* steht nun aber in grösster Uebereinstimmung mit dem von *Proteles*, hier kann über die Homologie der Furchen kein Zweifel bestehen. Bei *Herpestes ichneumon* taucht eine F. ectosylvia antica wieder auf, die F. suprasylvia läuft der vereinigten F. lateralis und coronalis fast parallel. Den entscheidenden Uebergang zu *Foetorius* bildet *Suricata*. Hier tritt neben der vollständigen Fiss. suprasylvia und einer vollständigen Fissura ectosylvia eine Fissura suprasylvia postica auf; bei *Foetorius* verschmilzt die letztere mit dem Haupttheil der F. suprasylvia, und die auch bei *Suricata* schwächere F. ectosylvia verschwindet wieder. Damit ist der Typus des Bärengehirns bereits gegeben. Auch die Gehirne von *Nasua* und *Procyon* sind, wie schon PANSCH hervorgehoben, sehr lehrreich, indem diejenige Furche des Bärengehirns, welche MEYNERT als F. coronalis anspricht, bei *Nasua* in unmittelbarer Nähe des vorderen Endes der F. splenialis, bei *Procyon* sogar direct aus dieser letzteren entspringt. Hieraus ergiebt sich unabweisbar, dass die bezügliche Furche des Bärengehirns als F. cruciata und nicht als F. coronalis zu bezeichnen ist. Wie auffällig wäre es ausserdem, wenn die in der Reihe der Carnivoren mehr und mehr sich auflösende und verschwindende F. ectosylvia ganz unvermittelt jene ausserordentliche Mächtigkeit erlangte, welche bei der ersten Bogenfurche des Bärengehirns so sehr auffällt[1])?

Nach Entscheidung dieser Vorfrage ist nun weiter zu prüfen, ob die F. coronalis, wie sie jetzt bei den Carnivoren festgestellt ist, wirklich der F. centralis entspricht. Wir glauben dies v e r n e i n e n zu müssen. Nur von dem Bärengehirn glauben wir, dass es in der That bei der MEYNERT'schen Auffassung dieser Annahme günstig wäre, aber eben diese MEYNERT'sche Auffassung ist, wie nachgewiesen, und wie selbst auch die Vertreter der Homologie der F. coronalis und F. centralis fast ausnahmslos, PANSCH eingeschlossen, zugeben, falsch. Was sonst an Gründen bereits oben von uns angeführt worden ist, ist nicht stichhaltig. Wir machen zunächst auf die Unwahrscheinlichkeit aller der Umwandlungen aufmerksam, welche die F. splenialis nach dieser Annahme erfahren müsste. Die F. splenialis ist nun einmal gegeben, als eine entweder als F. cruciata auf die Con-

1) MEYNERT hat weiterhin den Einschnitt des Sulc. calloso-marginalis (resp. der F. splenialis) in die Mantelkante als den hinteren aufsteigenden Ast von SCHMIDT's Randfurche aufgefasst, die Fiss. cruciata aber als vorderen aufsteigenden Ast; dem Bären, der Zibethkatze sowie den Primaten sollte der letztere Ast fehlen. Auch diese weitere Annahme führt, abgesehen von der entwickelungsgeschichtlichen Unhaltbarkeit, zu neuen Widersprüchen: es müsste z. B. zufolge derselben bei allen denjenigen Carnivoren, auf deren Gehirn die F. splenialis in die F. cruciata übergeht, eine Verschmelzung der Randfurchenäste angenommen werden. Der hintere Ast von SCHMIDT's Randfurche ist nach unserer Auffassung der Ram. med. Fiss. splen. (Ztschr. f. wissenschaftliche Zoologie. XI).

vexität übergehende oder hinter einer selbständigen F. cruciata in die mediane Mantelkante einschneidende Furche. Ebenso characteristisch ist es für die F. coronalis resp. deren Fortsetzung als F. ansata, dass sie hinter dem vorderen Einschnitt der F. splenialis liegt. Es ergeben sich hieraus vier auf einander folgende Furchen auf der Höhe des Gehirns: 1) Ramus medius F. splenialis, 2) Fissura ansata et coronalis, 3) Ramus anterior F. splenialis, 4) F. cruciata. Ausserdem ergeben die beobachteten Variationen eine Tendenz zur Loslösung des Ramus anterior von dem hinteren Theil der F. splenialis und zu einer Verbindung desselben Astes mit der F. genualis. Hingegen ist von einer Tendenz des Ramus anterior F. splenialis, seichter zu werden oder gar zu verschwinden, nichts zu bemerken.

Ferner ist zu erwägen, dass das Homologon des Ramus medius F. splenialis jedenfalls bei den Primaten sehr weit hinten zu suchen ist, also etwa in der F. occipitalis und nicht in dem aufsteigenden Ast der F. calloso-marginalis angenommen werden muss.

Man kann die Frage auch direct so stellen: Lehrt eine Vergleichung des Pinnipedier-Carnivoren-Gehirns etc., dass die Tendenz zu einer Unterbrechung der F. splenialis vor dem Ramus medius oder dass sie hinter demselben vorhanden ist?

Hierauf ist entschieden zu antworten, dass eine Tendenz zur Unterbrechung unmittelbar vor dem Ramus medius mehr und mehr im Carnivoren- und Pinnipedier-Gehirn hervortritt [1]). Diese Unterbrechung der F. splenialis aber vor dem Ramus medius ist nur mit der Anschauung verträglich, dass der Ramus anterior der F. calloso-marginalis entspricht, und hieraus folgt wiederum, dass die F. coronalis, weil hinter dem Einschnitte des Ramus anterior gelegen, der F. centralis nicht homolog sein kann. Vielmehr muss das Homologon der F. centralis in einer der beiden vor dem Einschnitt des Ramus anterior F. splenialis gelegenen Furchen, also entweder in der F. cruciata oder der F. praesylvia gesucht werden. Aus dem »plis de passage fronto-limbique« wird ein »plis de passage pariéto-limbique«.

Entwickelungsgeschichtlich ist zu erwägen, dass die F. centralis beim Menschen unter den Primärfurchen der lateralen Fläche am frühesten auftritt. Auf der Convexität des Hundegehirns ist die früheste Furche der Convexität die F. cruciata, nicht die F. coronalis. Es liegt also danach entwickelungsgeschichtlich kein Grund vor, die F. coronalis eher als die F. cruciata oder F. praesylvia mit der F. centralis zu homologisiren. Alle drei erscheinen nach der F. splenialis. Ganz unzulässig erscheint Turner's Argument: die F. cruciata, weil sie z. B. den Ungulaten fehle, sei minderwerthig und könne deshalb nicht mit der F. Rolando verglichen werden.

Wichtig ist weiterhin folgende Erwägung. Die F. coronalis der Carnivoren ist jedenfalls sagittaler gerichtet als die F. centralis der Primaten, umgekehrt die F. cruciata frontaler, während die F. praesylvia sogar nach vorne mit der medianen Mantelkante convergirt. Um also die F. coronalis in die Lage der F. centralis überzuführen, ist eine Drehung des unteren Endes nach hinten erforderlich, während die Ueberführung der F. cruciata und der F. praesylvia in die Lage der F. centralis eine gegensinnige Drehung erfordert, und zwar bei der F. praesylvia eine ausgiebigere als bei der F. cruciata. Welche Drehungstendenz herrscht nun vor, wenn man in der Thierreihe zu den Primaten vorschreitet? Um diese Frage zu beantworten, ist das Verhalten der F. praesylvia bei zunehmender Entwickelung des Frontallappens sehr geeignet. Bei den Ungulaten steht sie fast sagittal, bei den Caniden richtet sie sich mehr und mehr auf, bei *Meles Taxus* und bei den Bären dreht sich das freie, obere Ende mehr und mehr nach hinten [2]). Diese Drehung

1) Vgl. namentlich auch die Ursiden selbst.

2) Man vergegenwärtige sich auch die Drehung, welche die F. Sylvii durchmacht: bei manchen Lemuriden steht sie noch fast senkrecht, beim Menschen fast horizontal.

passt aber, wie ersichtlich, durchaus nicht zu der Annahme eines allmähligen Uebergangs der F. coronalis in die F. centralis. Auch die allmähliche Verschiebung der F. cruciata aus ihrer rein frontalen Stellung bei den Hunden in eine schräg vor und lateralwärts gerichtete bei den Ursiden etc. lässt sich für diese Deduction verwerthen.

Prüfen wir endlich die der vergleichenden Experimentalphysiologie entnommenen Gründe für die Homologisirung der F. centralis und coronalis, obwohl wir deren unbedingte Verwerthbarkeit für Schlüsse in rein morphologischen Fragen zum mindesten für zweifelhaft halten müssen! Zunächst bestätigt die vergleichende Physiologie durchaus, dass nicht, wie MEYNERT will, die erste, sondern die zweite Bogenwindung des Hundes der ersten Bogenwindung des Affen entspricht. Die Reizversuche auf der Convexität des Hundegehirns ergeben, dass die hinter und unter der F. coronalis gelegene Windung Contractionen im gekreuzten Augen- und Mundfacialis auslöst, während Reizungen in der vor resp. über der F. coronalis gelegenen Windung, also im unteren Theile des Gyrus sigmoideus Contractionen der gekreuzten Vorderbeinmusculatur ergeben. Bei den Affen liegt die Windung, deren Reizung contralaterale Facialiscontractionen ergiebt, nicht hinter, sondern vor der F. centralis; gekreuzte Vorderbeincontractionen können beim Affengehirn sowohl vor wie hinter der F. centralis ausgelöst werden. Hiernach ist es uns ganz unverständlich, wie FERRIER und, auf FERRIER's Autorität gestützt, TURNER die Reizungsversuche am Hunde- und Affengehirn für die Homologisirung der F. coronalis und F. centralis verwenden konnten. Im Gegentheil deuten diese Reizungsversuche eher darauf hin, dass die F. cruciata der F. centralis homolog zu setzen sei. Doch möchten wir überhaupt davor warnen, zu viel Gewicht auf diese der Experimentalphysiologie entlehnten Deductionen zu legen. Morphologisch bleibt also als Homologon der F. centralis nur entweder die F. cruciata oder die F. praesylvia.

Bekanntlich ist BROCA [1]) sehr entschieden für eine Homologie mit der letzteren eingetreten, und wir glauben auch, dass der Argumentation dieses Autors zu Gunsten dieser Ansicht neuerdings zu wenig Gewicht beigelegt worden ist.

Im Folgenden sollen die Gründe für und wider ganz objectiv abgewogen werden. Wir gehen von der Thatsache aus, dass die F. coronalis nicht der F. centralis entspricht, es bleibt dann kaum eine andere Möglichkeit, als die F. lateralis + coronalis der F. intraparietalis zu homologisiren, und zwar würde die F. coronalis speciell dem Theil der F. intraparietalis entsprechen, der in der menschlichen Anatomie meist nicht ganz zweckmässig als F. postcentralis bezeichnet worden ist.

Wo die F. postcentralis beim Affen und namentlich beim Menschen sich noch fast bis zur medianen Mantelkante fortsetzt, hätte man diese Fortsetzung zum Theil mit einer F. ansata, z. Th. vielleicht auch mit einer F. postcruciata zu homologisiren [2]). Hiervon ausgehend liegt es jedenfalls ausserordentlich nahe, die bei den Carnivoren vor der F. coronalis verlaufende Parallelfurche, also die F. cruciata, und die unmittelbar vor der F. intraparietalis resp. F. postcentralis verlaufende Parallelfurche, also die F. centralis, zu homologi-

1) BENEDIKT (Anatom. Stud. an Verbrechergehirnen, 1879) hat gleichfalls beim Fuchs die F. praesylvia als Centralfurche benannt, beim Bären jedoch die F. cruciata.

2) Wo beim Menschen ausnahmweise die F. intraparietalis mit der F. postcentralis nicht communicirt, liegt ein Verhalten vor, wie es bei Bärengehirnen (man vergleiche KRUEG's Zeichnungen) häufig ist; die F. postcentralis entspricht dann im Wesentlichen der F. postcruciata. Sehr interessant sind auch die Angaben RÜDINGER's über die Verschiedenheiten der Interparietalfurche bei den verschiedenen Affen, dem menschlichen Weibe und dem Mann. (Prof. RÜDINGER: Ein Beitrag zur Anatomie der Affenspalte und der Interparietalfurche nach Race, Geschlecht und Individualität, in: Beiträge zur Anatomie und Embryologie, J. HENLE als Festgabe zum 4. April 1882 dargebracht von seinen Schülern.) Sehr bemerkenswerth ist auch das Verhalten mancher Lemuriden; wir hatten Gelegenheit, je ein Gehirn von *Lemur macao* und *Stenops tardigradus* zu vergleichen. Bei dem letzteren scheint geradezu die weit nach oben verlängerte F. Sylvii einen Zerfall der F. intraparietalis in zwei Theile zu bewirken.

siren. Die Anschauung, welche die F. praesylvia der F. centralis homolog setzt, muss geradezu das Verschwinden der F. cruciata annehmen, eine Voraussetzung, die der bei den Carnivoren verfolgbaren, stetig wachsenden Mächtigkeit der F. cruciata entschieden widerspricht. Der Lage zur medianen Mantelkante nach ist offenbar die F. cruciata der F. centralis ähnlicher gelegen als die F. praesylvia. Ferner ist es für die F. praesylvia durchaus characteristisch, dass sie in der Fortsetznng der F. circularis externa in der Nähe der F. rhinalis anterior entspringt; bei den Primaten scheinen zunächst drei Furchen dieser Lage zu entsprechen, erstens die F. praecentralis, zweitens der sog. Ramus anterior horizontalis und drittens der Ramus perpendicularis der Sylvischen Furche, hingegen ist die F. centralis in ihrer Lage, sofern sie im Operculum entspringt, total verschieden. Was die Entscheidung zwischen den drei genannten Furchen anlangt, so ist offenbar der Ramus perpendicularis auszuschliessen, es handelt sich bei demselben, wie schon mehrfach hervorgehoben, überhaupt nicht um eine Fissur im gewöhnlichen Sinne, sondern um eine durch das Zusammenstossen der getrennt überwallenden Stirnwindungen und Scheitelwindungen entstandene Spalte, die eher als Fossa zu bezeichnen wäre. Der Ramus anterior horizontalis entsteht als eine bei den Carnivoren überhaupt noch nicht vorhandene Furche neu bei den Primaten in Folge des Ueberwallens der Stirnwindungen. An eine Homologie mit der F. praesylvia dürfte auch hier nicht zu denken sein. Es bleibt demnach nur übrig, die F. praecentralis mit der F. praesylvia zu homologisiren. Damit stimmt auch eine sofort in die Augen springende Thatsache überein. Diejenige grössere Furche, welche im Bären- und Hundegehirn unmittelbar vor der F. cruciata liegt, ist die F. praesylvia; diejenige Furche, welche im Primatengehirn unmittelbar vor der F. centralis liegt, ist die F. praecentralis. Bei den Affen hat die F. praecentralis an ihrem oberen Ende eine bemerkenswerthe Umbiegung nach vorne, welche sich bei dem Menschen zu der F. frontalis superior entwickelt. Dies scheint zunächst dem Verlauf der F. praesylvia, wie ihn das Hundegehirn darbietet, zu widersprechen, indem hier das obere Ende der F. praesylvia sich rückwärts wendet. Demgegenüber aber müssen wir mit Nachdruck auf die Thatsache aufmerksam machen, dass bei dem Gehirn von *Lutra* dieses Verhalten der F. praesylvia bereits abgeändert ist, indem auf dem Fischottergehirn, wie wir es an 6 Hemisphären studirt haben, bereits jene bemerkenswerthe Aenderung im oberen Verlauf der F. praesylvia, nämlich eine entschiedene Umbiegung nach vorn sich findet. Wenn bei dem Menschen der obere Theil der F. praecentralis zusammen mit der F. frontalis superior sich häufig von einem unteren Theil der F. praecentralis ablöst, und der untere Theil eine neue F. frontalis inferior entwickelt, so ist dies lediglich als die Folge einer enorm gesteigerten functionellen Inanspruchnahme dieser Gegend (Centrum der Sprechbewegungsvorstellungen) anzusehen. Auch ist vielleicht in dem oberen Theil der F. praecentralis zugleich ein Rest der bei den Primaten sonst nicht mit Sicherheit nachweisbaren F. praecruciata zu suchen [1]).

Es erübrigt, die Homologien der F. cruciata bei den Ungulaten festzustellen. Krueg hat hier zuerst auf die Bedeutsamkeit der von ihm als Bügel a beschriebenen Furche aufmerksam gemacht. Bei den Cavicorniern und bei den Arctiodactylen überhaupt hält Krueg den Bügel a keinesfalls für identisch mit der F. cruciata, vielmehr sieht er das Homologon der letzteren in den vorderen auf die Convexität übergreifenden Ende der F. splenialis. Hierin stimmen wir Krueg im Wesentlichen zu, müssen aber darauf aufmerksam machen, dass es doch wohl richtiger ist, den Arctiodactylen eine Fiss. cruciata ganz abzusprechen und nicht das vordere Ende der F. splenialis so zu bezeichnen. Der Bügel a ist nach unserer Auffassung bei den Arctiodactylen überhaupt keine einfache Furche; hierauf deutet schon die meist sehr complicirte

1) Die bei *Lemur macaco* fast horizontal verlaufende Furche des Stirnscheitelhirns vor der F. Sylvii sehen wir als Homologon einer F. coronalis an.

Gestalt. Der Ram. medius Fiss. splenialis, der Spitzenfortsatz der Fiss. suprasylvia und endlich das Homologon einer Fiss. ansata, die ihrerseits mit F. lateralis und namentlich Fiss. coronalis communiciren kann, treten zu diesem Bügel zusammen. Die Thatsache, dass bei den Suilliden die F. splenialis vorn in die F. coronalis übergeht, giebt keinerlei Berechtigung, das Zwischenstück als F. cruciata anzusehen. Dieser Annahme schwebt nur ein unklarer Vergleich mit dem Gehirn gewisser Carnivoren vor. Eine F. cruciata oder centralis ist bei den Arctiodactylen noch nicht sicher gefunden, wahrscheinlich gar nicht vorhanden. Bei den Perissodactylen unterbleibt die Verbindung des Ram. med. F. splenialis mit dem Bügel a, die F. splenialis setzt sich bis unter die E. rostralis fort. Der Bügel a tritt hier wesentlich als Bindeglied zwischen F. lateralis und F. coronalis auf; seine Deutung ist übrigens auf einzelnen Gehirnen unsicher. Als F. cruciata ist er keinesfalls — Krueg erwähnt diese Möglichkeit — anzusprechen. Meynert, welcher die F. suprasylvia des Cavicorniergehirns als F. interparieto-occipitalis, die F. lateralis als F. interoccipitalis, unsere F. ectolateralis als Homologon eines Theils der 2. Schläfenfurche ansieht, bezeichnet den Bügel a als F. centralis, den vorderen Einschnitt der F. splenialis als F. calloso-marginalis.

Wir haben hiermit versucht, auf Grund unseres Resultates, dass die F. coronalis der F. centralis nicht entsprechen kann, alle Consequenzen der Annahme, dass die F. cruciata der F. centralis entspreche, zu ziehen, und haben dies widerspruchslos durchführen können. Allerdings hat hierbei die F. praesylvia eine erhebliche Drehung erfahren müssen, indessen findet diese Drehung durchaus in dem Sinne statt, in welchem, wie schon nachgewiesen, die Furchen des vorderen Theils des Gehirnes einschliesslich des Hauptastes der F. Sylvii selbst sich thatsächlich drehen. Die F. orbitalis auf der Basalfläche des Stirnhirns scheint uns einer homologen Furche bei den Carnivoren vollständig zu entbehren, ist doch auch die ganze Fläche, auf welcher sich diese Furche entwickelt, im Wesentlichen eine neu hinzugekommene Bildung des Primatengehirns. Wir machen jedoch aufmerksam auf die sehr wohl vergleichbaren Verhältnisse bei den Pinnipediern. Zu beachten bez. der F. praesylvia bei den Pinnipediern die Anmerkung daselbst.

Kurz müssen wir noch darauf zurückkommen, dass wir bei den Cetaceen gleichfalls eine F. praesylvia, ebenso wie Guldberg, angenommen haben, es würde also hier eine F. praecentralis vorhanden sein, eine F. centralis hingegen scheinbar fehlen: scheinbar nur, denn, wer unsere vorangegangenen Erörterungen verfolgt hat, wird unmittelbar mit uns der Ansicht sein, dass das vordere in die mediane Mantelkante einschneidende Ende der F. suprasplenialis als F. centralis aufzufassen ist oder die F. suprasplenialis Guldberg's als F. splenialis.

Hitzig [1]) theilt in seinen ersten Aufsätzen die von uns entwickelte Anschauung, hat jedoch später die Identificirung der F. cruciata und der F. centralis wieder aufgegeben. Sein wesentliches Argument ist dabei, dass Contractionen des gekreuzten Hinterbeins bei dem Hunde durch Reizung einer hinter der F. cruciata gelegenen Stelle, bei dem Affen durch Reizung einer vor der F. centralis gelegenen Stelle erzeugt werden können. Schon Meynert hat auf das Unzureichende dieser Deduction aufmerksam gemacht. Seitdem man weiss, dass beim Menschen die motorische Region des Hinterbeins vor und hinter der F. centralis gelegen ist, also die Furchen nicht mehr als Trennungslinien physiologischer Centren gelten können, und in Anbetracht, dass die Localisation der Vorderbein- und Facialisregion eher zu Gunsten unserer Auffassung spricht, besteht kein Grund für die veränderte Auffassung Hitzig's.

1) Vergl. Hitzig: Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. pag. 129 u. f. Auf S. 136 nimmt dann Hitzig an, der vordere Schenkel der F. suprasylvia + ansata (des Hundes) sei der F. centralis zu homologisiren.

Fissura suprasylvia.

Durch die vorangehenden Erörterungen ist über die Homologien dieser Furche bereits entschieden. Das Homologon der F. suprasylvia bei den Primaten ist die F. temporalis superior. Wenn bei den Affen die F. temporalis superior nur einen im vorderen Theil unvollkommenen Bogen um den Hauptast der F. Sylvii beschreibt, und beim Menschen sogar der vordere Schenkel völlig verschwindet, so ist dies — ganz abgesehen von den zahlreichen Erklärungen, welche von anderen Autoren hierfür gegeben worden sind — ganz besonders auch auf jene Drehung zurückzuführen, welche die Furchen der vorderen Hirnhälfte erleiden: es wird eben durch dieselbe der vordere Schenkel in eine Lage, welche der oberen Fortsetzung des hinteren Schenkels entspricht, hineingedreht. Dabei soll übrigens nicht geleugnet werden, dass ein anderer Factor, nämlich die Verschmelzung des vorderen Schenkels der F. suprasylvia mit dem Hauptast der F. Sylvii, bereits mitspielt. Sehr bemerkenswerth ist bereits bei *Lutra* die Annäherung der beiden letztgenanten Furchen und die damit gewiss in einigem Zusammenhang stehende Entwickelung eines Spitzenfortsatzes der F. suprasylvia. Dieser Spitzenfortsatz lässt sich bei einigen Affengehirnen noch deutlich nachweisen. Einen interessanten Beleg für die fortschreitende Tendenz der der Sylvischen Furche zunächst gelegenen Furchen, mit dieser zu verschmelzen, liefert auch die Wernicke'sche Beobachtung, dass namentlich bei niederen Affen (*Inuus*) das obere Ende der Parallelfurche mit dem oberen Ende der Fiss. Sylvii — nach unseren Untersuchungen allerdings nur scheinbar — verschmelzen kann. Die F. intraparietalis der Primaten ist von Meynert der F. suprasylvia homolog gesetzt worden, indem er die F. lateralis der Carnivoren sehr gezwungen nur als eine bogenförmige Verlängerung der Centralfurche nach hinten auffasste; Pansch sah in der F. intraparietalis das Homologon des vorderen Schenkels der F suprasylvia, eine Ansicht, der sich auch Turner anschliesst. Die Homologisirung der F. intraparietalis mit der F. suprasylvia hat insofern etwas Bestechendes, als die F. suprasylvia früher als die F. lateralis beim Hunde (etwa zugleich mit der F. coronalis) auftritt und ebenso die F. intraparietalis des Menschen zu den frühesten Primärfurchen gehört. Indes wird dies Argument die von uns behauptete Homologie der F. intraparietalis und F. lateralis nicht erschüttern können, wenn wir bedenken, wie spät z. B. beim Hunde das Homologon der beim Menschen so früh auftretenden Fiss. parieto-occipitalis auftritt etc.

Fissura splenialis.

Ueber die Homologien der Fissura splenialis in ihrem vorderen Theile ergiebt sich aus dem Voranstehenden Folgendes: Der Ramus anterior, für welchen das Einschneiden in den Medialrand hinter der F. cruciata characteristisch ist, ist homolog dem aufsteigenden Schenkel der F. calloso-marginalis. Der vordere Theil letzterer Fissur entspricht der F. genualis. Es handelt sich nun weiterhin darum, eine Homologie für die F. parieto-occipitalis, welche bei den Primaten eine so hervorragende Bedeutung besitzt, aufzusuchen. Jedenfalls wird diese Furche bei den Carnivoren weiter vorn zu suchen sein, entsprechend der allgemeinen Rückwärtslagerung der Parietalfurchen bei den Primaten. Damit ist bereits die Wahl eindeutig hingelenkt auf den Ramus medius der F. splenialis [1]). Schon bei *Ursus arctos* ist derselbe stark nach hinten verschoben. Dem Argument von Flesch [2]), dass die F. parieto-occipitalis überall hinter dem Splenium

1) Bemerkenswerth ist auch, dass F. splenialis und F. Sylvii im Allgemeinen in gleichen Perioden des Fötallebens auftreten, ganz ebenso wie F. parieto-occipitalis und F. Sylvii bei den Primaten.

2) M. Flesch: Versuch zur Entwickelung der Homologien der Fissura parieto-occipitalis bei den Carnivoren. Festschrift für A. v. Kölliker. Leipzig 1887.

corporis callosi und nicht vor demselben auf die Basalfläche gelangen müsse, ist eben in Anbetracht jener Furchenverlagerung nicht zu viel Gewicht beizumessen. Bei den Halbaffen schneidet dieser Ramus medius, also die F. occipitalis, eben in die Convexität ein, ohne die F. intraparietalis zu erreichen. Dasselbe gilt von dem Menschen, von den höchststehenden Affen der neuen Welt, von den Semnophiteken und sämmtlichen Anthropoiden der alten Welt, während bei den übrigen niedriger stehenden Affen der alten Welt die Parieto-occipitalfurche die Intraparietalfurche erreicht und auch mit der sogenannten vorderen Occipitalfurche (Sulcus occipitalis externus MEYNERT) zusammenstösst[1]). Um das letztere Vorkommniss zu verstehen, muss an das bei allen Bogenfurchen so oft beobachtete Vorkommen eines Spitzenfortsatzes gedacht werden; aufsteigend in der Thierreihe sehen wir denselben zuerst bei der F. ectosylvia, dann nach dem Verschwinden dieser bei der F. suprasylvia (vgl. Hundefötalgehirn, PANSCH) auftreten. Bereits bei den Bären zeigt auch die F. lateralis gelegentlich einen solchen Spitzenfortsatz, bei den Affen der alten Welt mit Ausnahme der Anthropoiden und Semnopitheken verschmilzt dieser Spitzenfortsatz mit der F. parieto-occipitalis[2]) sive Ramus medius F. splenialis. Auch für die genannte »vordere Occipitalfurche« (Sulcus occipitalis externus MEYNERT) lässt sich eine frappante Homologie auffinden in der von den Autoren bei Carnivoren beschriebenen F. ectolateralis, z. Th. auch vielleicht F. medilateralis (siehe oben). Wir müssen MENDEL[3]) Recht geben, welcher als unteren Bestandtheil der sogenannten Affenspalte eine vor der F. parieto-occipitalis gelegene Furche fordert. Wo also F. medilateralis und F. ectolateralis beide vorhanden sind, ist unzweifelhaft die F. ectolateralis als F. occipitalis externa MEYNERT anzusprechen. Ebenso wie bei *Martes foina*, *Cercoleptes caudivolvulus*, *Meles taxus*, *Ursus arctos*, *Ursus maritimus* etc. die F. ectolateralis direct in das hintere Ende der F. lateralis übergeht, ebenso geht z. B. bei *Cercocebus* die vordere Occipitalfurche in die F. intraparietalis über. Auch die Lage zur »Parallelfurche« (Fissura suprasylvia posterior) lässt unmittelbar auf eine Homologie mit der F. ectolateralis und der vorderen Occipitalfurche schliessen[4]).

Bei den Carnivoren entspringt der Ramus medius in annähernd senkrechtem oder wenigstens stumpfem Winkel aus der F. splenialis. Indem der Ramus medius mehr und mehr nach hinten verschoben wird, fällt er mehr und mehr in die Fortsetzung des occipitalen Theils der F. splenialis, so dass Ast- und Stammfurche als eine einzige Furche imponiren. Dem Ramus postero-horizontalis der F. splenialis, wie ihn namentlich die Pinnipedier in vollendetster Weise ausgebildet zeigen, entspricht die F. calcarina. Beide haben dieselbe Beziehung zu dem Hinterhorn des Ventrikels. Es muss noch erwähnt werden, dass bei manchen Affen eine Unterbrechung vorkommen kann zwischen der F. calcarina und dem hinteren resp. unteren Stück der F.

---

1) Vergl. hierzu namentlich auch WERNICKE, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Bd. I. Seite 12. Cassel 1881. MEYNERT's Sulcus praeoccipitalis ist mit WERNICKE's unterer Occipitalfurche identisch.

2) Nicht berechtigt erscheint uns jenes heute so häufig geübte Verfahren, die Homologie einer Furche dadurch festzustellen, dass man sie als Grenzfurche eines bestimmten Lappens definirt. Umgekehrt ist die Lappeneintheilung erst eine Aufgabe, die nach Feststellung der Homologien vielleicht gelöst werden kann.

3) E. MENDEL: Ueber die Affenspalte, in: Neurolog. Centralblatt. 1883. No. 10. Die hier von MENDEL beschriebene Querfurche »z« dürfte wahrscheinlich einer F. supraplenialis entsprechen.

4) Wir verzichten darauf, so verführerisch es wäre, diese Verhältnisse bei den Pinnipediern zur weiteren Beweisführung heranzuziehen, und erwähnen nur, dass hier die F. supraplenialis zum Theil mächtige Aeste zum Medianrand emporschickt und andererseits mit der F. splenialis communiciren kann. Der oben erwähnte MENDEL'sche Fall bietet eine äusserst bemerkenswerthe Analogie zu diesem Verhalten, indem auch hier eine der F. supraplenialis entsprechende Furche sich an der Bildung der sogenannten Affenspalte betheiligt. Auch die Fälle von SANDER und FISCHER (Archiv f. Psychiatrie. V) geben zu interessanten Vergleichen Anlass. — MEYNERT musste selbstverständlich consequenter Weise zu anderen Homologien kommen, er homologisirt die F. suprasylvia des Fuchses mit der F. interparietalis + occipitalis externa, die F. medilateralis oder den hinteren Theil der F. lateralis mit der F. interoccipitalis (nur diesem stimmen wir zu), die F. ectolateralis aber mit dem abgesprengten occipitalen Anfangsstück der zweiten longitudinalen Schläfenfurche.

splenialis einerseits und dem Ramus medius F. splenialis und dem mittleren Stück derselben. Mit unserer Auffassung stimmt auch überein, dass der hintere aufsteigende Ast der Randfurche SCHMIDT's, welchen wir oben als Ram. med. F. splenialis auffassten, nach SCHMIDT eben nichts anderes ist als die F. occip. int.

Schliesslich bleibt noch eine Homologfurche für die F. collateralis des Menschen aufzusuchen, sowie für die zuerst von PANSCH beschriebene untere Occipitalfurche (WERNICKE) sive Sulcus praeoccipitalis (MEYNERT). Als Homologon der ersteren kommt namentlich der unterste Theil der F. splenialis in Betracht. Eine weitere Verfolgung der Umwandlungen dieser Furche bleibt späteren Untersuchungen überlassen. Auch den aus der F. rhinalis posterior oft in Zweizahl entspringenden Aesten dürfte hier eine gewisse Bedeutung zukommen. Die untere Occipitalfurche sowie die untere Temporalfurche, welche bei den Primaten nicht selten verbunden sind, entsprechen jedenfalls den unteren und hinteren Schenkeln einer F. medilateralis und F. ectolateralis. Besonders ist hervorzuheben, dass im Bereich des Occipito-temporallappens jedenfalls ähnlich wie im Stirnlappen entsprechend einer beträchtlichen Volumzunahme eine erhebliche Furchenverlagerung und Neubildung bei den Primaten erfolgt. Für die untere Occipitalfurche kommt auch in Betracht, dass sie bei vielen Affen, und zwar gerade höherstehenden, als unterer quergestellter Schenkel der vorderen Occipitalfurche auftritt; auch dies weist auf eine gemeinsame Genese beider Furchen aus der F. ectolateralis resp. medilateralis [1]) hin.

Schlussbetrachtung.

Wir haben hiermit die wichtigsten Homologien, welche die seitherigen Forschungen aufzustellen erlauben, erschöpft. In einem wesentlichen Punkte sahen wir uns genöthigt auf eine Anschauung zurückzugehen, welche jetzt meist verlassen ist: wir fanden, dass die Fiss. centralis der Primaten der Fiss. cruciata homolog zu setzen ist. Ausgehend hiervon und von den Homologien der Fiss. Sylvii, vermochten wir an der Hand unserer Variationsgesetze eine vergleichende Anatomie der Grosshirnoberfläche wenigstens für den grössten Theil der gyrencephalen Säugethiere zu geben. Die vergleichende Anatomie der übrigen Hirntheile liegt noch durchaus brach, speciell eine vergleichende Anatomie des Faserverlaufs existirt noch kaum. Wir vermochten zu einer solchen nur einen Beitrag zu geben in dem genauen Studium des Faserverlaufes des Wales. Auch auf die oft erhobene Frage über die Bedeutung der Furchung der Grosshirnoberfläche werfen unsere Untersuchungen helleres Licht. Die ausserordentliche Tiefe der Furchen des Walgehirns ist von grösster Bedeutsamkeit. Die übliche Anschauung führt die Entstehung der Furchen vor allem erstens auf die Nothwendigkeit einer Faltung zur Vergrösserung des Rindenfeldes ohne Volumzunahme des Gesammthirns und zweitens auf das Ernährungsbedürfniss der in der Tiefe gelegenen versenkten Rindenpartien zurück. Mit vollem Rechte nämlich hat REICHERT [2]) ausgeführt, man könne sich die Anordnung der grauen und weissen Masse, wie sie in den Hirnwindungen besteht, auch ohne die Anwesenheit der Furchen zwischen letzteren vorstellen. Man hätte dann ein glattes Gehirn, dessen an der freien Fläche gelagerte graue Schichten mit einzelnen Lamellen und Fortsätzen unmittelbar in die weisse Marksubstanz eindrängen. Es wäre also sehr wohl eine Vergrösserung des Rindenfeldes bei gleichem Gesammtvolumen des Gehirns auch o h n e Furchung möglich. Nun würde aber die Ernährung der versenkten Lamellen und

1) Namentlich wo die von ECKER auch beim menschlichen F ö t u s beobachtete hintere Interparietalbrücke auftritt, springt die Aehnlichkeit des hinteren Theiles der F. interparietalis mit einer F. medilateralis ins Auge. Der Sulc. occipitalis transversus ECKER's entspricht wohl nur einer hinteren, auch bei Carnivoren häufigen Abbiegung der F. lateralis (interparietalis).

2) Bau des menschlichen Gehirns. 2. Abth.

Fortsätze Schwierigkeit haben und deshalb, so argumentirt die übliche Anschauung, die Furchung: »Die Hirnfurchen sind Nährschlitze« [1]). Hiergegen lässt sich zunächst noch einwenden, dass dem Bedürfniss zuführender bis in die Tiefe dringender arterieller Gefässe ja auch ohne Furchung durch einzelne in die Hirnmasse sich einbohrende grössere Gefässe, wie in der Substantia perforata oder im Pons, genügt werden könnte. Die Gründe, welche Seitz diese Möglichkeit auszuschliessen bestimmen, scheinen uns nicht genügend. Es kommt hinzu, dass bei manchen Thieren Faltung des Rindengraues scheinbar, ohne dass ein Bedürfniss der Vergrösserung des Rindenfeldes vorliegt, stattfindet; wenigstens deutet die relative Spärlichkeit der Ganglienzellen in der Hirnrinde des Rehes (Meynert) und, wie wir hinzufügen können, z. Th. auch des Wales darauf, dass die Rinde eine überflüssige Ausdehnung durch die Fältelung erfahren hat. Ohne daher irgendwie die Bedeutsamkeit der beiden oben angeführten Momente bezweifeln zu wollen, möchten wir doch auf ein drittes hinweisen, welches auch Seitz nur kurz gestreift hat, uns aber von wesentlicher Bedeutung scheint. Man hat meist etwas einseitig lediglich die arterielle Ernährung bei der Auffassung der Hirnfurchen als Nährschlitze ins Auge gefasst. Wir messen dem Lymphgefässsystem mindestens ebenso viel Bedeutung für die Hirnfurchung zu. Man denke sich ein glattes Gehirn im Sinne Reichert's und stelle sich dazu einzelne perforirende arterielle Gefässe vor. Die Ernährung wird zunächst kaum direct leiden, wohl aber die Abströmung der Lymphe aus den pericellulären Lymphräumen der in der Tiefe der Lamellen gelegenen Ganglienzellen in den Subarachnoidalraum. Mit der stockenden Abfuhr der verbrauchten Producte des Stoffwechsels müsste selbstverständlich die Ernährung der Ganglienzellen leiden. Es kam also darauf an, auch den tief im Inneren gelegenen Ganglienzellen den Subarachnoidalraum zu nähern, d. h. zur Verhütung von Ernährungsstörungen mussten Furchen entstehen. Auch die Spärlichkeit der Ganglienzellen in manchen Gehirnen mit reichlicher Furchung wird so einem gewissen Verständniss zugänglich. Der Abfluss der Lymphe wird um so leichter sein, je spärlicher die Ganglienzellen vertheilt sind.

Leuchtet so die Bedeutung der Hirnfurchung ein, so erhebt sich die weitere Frage, welche Momente die Lage der einzelnen Furchen bestimmen. Giacomini [2]) hat die Beziehungen zwischen dem Verlauf der arteriellen Gefässe und der Lage der Furchen am unbefangensten gewürdigt. Gelegentlich, aber durchaus nicht regelmässig, eher ausnahmsweise verlaufen die Arterien in den grossen Furchen der Rindenoberfläche. Wir haben z. B. mehrfach den Gefässverlauf des Hundegehirns studirt und genau in den Furchenverlauf eingezeichnet. Zunächst fällt eine gewisse Inconstanz des Arterienverlaufs auf, dann aber vor allem die Thatsache, dass fast in keinem Falle eine Arterie den Gesammtverlauf einer Furche mitmacht, ja selten nur auf eine grössere Strecke dieselbe begleitet. Es ist geradezu Regel, dass nach kurzem gemeinsamen Verlauf die Arterie die Furche verlässt und sich zu einer anderen wendet, um auch diese wieder nach kurzem Verlauf zu verlassen. Z. B. der Rindenast der A. cerebri posterior verläuft zunächst eine Strecke weit in der Fiss. rhinalis posterior, geht dann auf die F. splenialis, dann auf deren R. postero-horizontalis und springt schliesslich auf die F. ectolateralis über. Der Parietalast der A. cerebri media verläuft der Reihe nach erst in der F. Sylvii, dann in der F. ectosylvia, dann in der F. suprasylvia u. s. f. Gar nicht selten verläuft auch eine Arterie eine Strecke weit parallel und in unmittelbarer Nähe einer Furche, ohne in sie einzudringen; so ist dies häufig bei einem unter dem vorderen Theil der F. splenialis verlaufenden Ast der Art. cerebri anterior der Fall. Im Ganzen kommt so ein zickzackförmiger Verlauf der Gefässe zu Stande. Auch für die Arterien der Walgehirnoberfläche konnten wir dasselbe constatiren, gerade hier überwiegt sogar ein

1) J. Seitz: Ueber die Bedeutung der Hirnfurchung. Jahrbücher f. Psychiatrie. VII. 3.

2) Guida allo studio delle circonvoluzioni cerebrali dell' uomo. Torino 1884, und Varietà delle circonvoluzioni cerebrali nell' uomo. Torino 1882.

gegen die Hauptfurchen perpendiculär gerichteter Verlauf. Ausdrücklich fügen wir hinzu, dass die Theiläste der Art. cerebri media den radiären Endfurchen der Fiss. Sylvii durchaus nicht völlig entsprechen.

Jedenfalls sind die Wachsthumsverhältnisse der Gehirnrinde selbst das entscheidende Moment für die Lage der Furchen. Wir denken hierbei nicht an besondere räthselhafte Wachsthumsspannungen, wie WUNDT [1]) und RICHTER [2]) sie — allerdings in verschiedener Weise — nach einander angenommen haben. Vielmehr: wo gesteigerte functionelle Inanspruchnahme Generationen hindurch wirkt, entsteht an dieser Stelle Vermehrung der Rinde, Fältelung der Rinde und, zur Erleichterung der Ernährung, namentlich des Lymphabflusses, Furchung der Rinde. So falsch dieser Satz für das einzelne Individuum ist, so richtig ist er für die vergleichende Betrachtung der Furchung in der Thierreihe. Wie jede andere Eigenschaft vererbt sich auch die Furchung der Hirnrinde, wie jede andere zeigt sie individuelle Variationen, von welchen die einen sich erhalten, weil sie den biologischen Verhältnissen des Thieres durch Erleichterung der Ernährung eines gerade besonders in Anspruch genommenen und nützlichen Rindenbezirkes entsprechen, während die anderen verschwinden. Die Hauptgesetze dieser Variationen versuchten wir oben zu entwickeln [3]). Zeigt das Gehirn eines einzelnen Individuums an einer bestimmten Stelle der Oberfläche eine auffällig starke Furchung oder neue Furchen, so ist dies zunächst eine Variation, der eine besondere Bedeutung nicht beizumessen ist. Nur für die vergleichende Anatomie gilt die soeben aufgestellte Beziehung der Functionen zu der Lage der Furchen. Hiermit stimmt denn auch überein, dass nach allen Erfahrungen der Hirnphysiologie Furchen Felder bestimmter Functionen nicht trennen, sondern eher diese Felder mitten durchschneiden. Das motorische Centrum des Beines liegt vor und hinter der F. centralis, ebenso des Armes etc. Dass es uns trotzdem nicht gelingt, die Lage der meisten Furchen als nothwendig einzusehen, liegt nicht nur daran, dass die Hirnphysiologie über die Vertheilung der Functionen uns nur bei sehr wenigen Thieren belehrt, auch nicht nur daran, dass diese Felder, welche je eine bestimmte Function besitzen, wahrscheinlich nicht scharf von einander getrennt sind, vielmehr sich theilweise überlagern, sondern vor allem daran, dass auch Schädelform [4]), Arterienlage und Entwickelung des Hirninneren modificirend und verschiebend auf die Hirnfurchen einwirken. So erweist sich die Lage der einzelnen Hirnfurche als das Product eines sehr complicirten Zusammenwirkens vieler Bedingungen, und es ist fraglich, ob es gelingen wird, die einzelnen Factoren vollständig zu entwirren.

---

1) Physiologische Psychologie. 3. Aufl. S. 91.

2) VIRCHOW's Archiv. Bd. 106.

3) Die Thatsache, dass auch die bleibenden Veränderungen der Hirnfurchen aus solchen Variationen hervorgehen, rechtfertigt die von uns den Variationsgesetzen bei Aufsuchung der Homologien beigemessene Bedeutung.

4) Besonders MEYNERT hat diese Beziehungen genauer behandelt, ebenso MEYER, ECKER, ZUCKERKANDL, RÜDINGER, VIRCHOW, v. GUDDEN. Zahlreiche Belege liefert auch die Pathologie.

Verzeichniss der gebrauchten Abkürzungen.

Fo. S. = Fossa Sylvii.
Fo. a. s. = Fossa anterior superior.
Fi. S. = Fissura Sylvii.
Fi. S. p. = Ramus posterior Fissurae Sylvii.
Fi. S. a. = Ramus anterior Fissurae Sylvii.
I. = Insula Reilii.
F. es. = Fissura ectosylvia.
F. ss. = Fissura suprasylvia.
F. ss. a. = Fissura suprasylvia anterior.
F. ss. p. = Fissura suprasylvia posterior.
F. ss′. = Collateralast der F. suprasylvia.
F. l. = Fissura lateralis.
F. el. = Fissura ectolateralis.
F. co. = Fissura coronalis.
F. cf. = Fissura confinis.
F. g. = Fissura genualis.
F. sp. = Fissura splenialis.
R. a. = Ram. anterior.
R. m. = Ram. medius.
R. ph. = Ram. postero-horizontalis.
F. ssp. = Fissura suprasplenialis.
F. psp. = Fissura postsplenialis.
F. ps. = Fissura praesylvia.
F. cr. = Fissura cruciata.
F. c. i. = Fissura circularis interna.
F. pc. = Fissura postcruciata.
F. prc. = Fissura praecruciata.
F. pr. = Fissura prorea.
F. d. = Fissura diagonalis.
F. o. = Fissura olfactoria.
F. r. a. = Fissura rhinalis anterior.
F. r. p. = Fissura rhinalis posterior.
F. ml. = Fiss. medilateralis.
F. h. = Fiss. hippocampi.
F. c. c. = Fiss. corporis callosi.
F. sl. = Fiss. sublimbica.
F. sl. a. = Fiss. sublimbica anterior.
F. ro. = Fiss. rostrata.
F. io. = Fiss. intraorbitalis.
F. c. e. = Fiss. circularis externa.
R. r. Fo. S. = Rami radiales Fossae Sylvii.
G. S. i. = Gyrus Sylvius inferior.
G. S. s. = Gyrus Sylvius superior.
G. ss. = Gyrus suprasylvius.
G. m. = Gyrus medialis.
G. sm. = Gyrus submedialis.
G. f. = Gyrus fornicatus.
G. r. = Gyrus rostalis.
L. p. = Lobus pyriformis.
E. q. = Espace quadrilatère (DE BROCA).
I = Nervus olfactorius.
II = N. opticus.
II′ = Tractus opticus.
III = N. oculomotorius.
V = N. trigeminus.
V′ = Portio minor.
Ggl. G. = Ganglion Gasseri.
VI = N. abducens.
VII = N. facialis.
P. i. = Portio intermedia Wrisbergii.

VIII = Nervus acusticus.
IX = N. glossopharyngeus.
X = N. vagus.
XI = N. accessorius.
XII = N. hypoglossus.
H = Hypophysis.
H′ = Hinterer Lappen der Hypophysis.
P = Pons.
C. tr. = Corpus trapezoides.
O. i. = Oliva interior.
P. c. = Pedunculus cerebri.
T. o. = Trigonum olfactorii.
S. p. a. = Substantia perforata antica.
Th. o. = Thalamus opticus.
F. = Fornix.
C. c. = Corpus callosum.
Hi. = Hippocampus.
Fi. = Fimbria.
C. i. V. = Unterhorn des Ventrikels.
C. ce. = Canalis centralis.
Co. = Conarium.
C. m. = Commissura media.
C. q. = Corpora quadrigemina.
V. III = Ventriculus tertius.
V. IV = Ventriculus quartus.
Cl. = Claustrum.
Op. = Operculum.
C. s. = Corpus striatum.
Ha. = Habenula.
U. = Uncus.
G. sp. = Ganglion spinale.
V. Cw. = Vordere Cervicalwurzel.
H. Cw. = Hintere Cervicalwurzel.
N. l. = Nucleus lentiformis.
C. i. = Capsula interna.
C. e. = Capsula externa.

Kapitel IV.

Die Entwickelung der äusseren Körperform der Wale.

An die Spitze der Untersuchungen über die Entwickelung der äusseren Körperform der Wale stelle ich eine Tabelle, welche die hauptsächlichsten Maasse der einzelnen Embryonen enthält.

Zur Aufstellung dieser Zahlenreihen wurde ich geführt durch den Wunsch, das mir zur Verfügung stehende Material möglichst auszunutzen. In der Natur der Sache liegt es, dass entwicklungsgeschichtliche Arbeiten von Walthieren niemals an einer solchen Fülle von Material angestellt werden können, wie wir sie uns von den meisten anderen Säugethierordnungen zu verschaffen vermögen. Stets wird es sich, besonders für die jüngeren Stadien, nur um einige wenige Stadien handeln können, welche zur Untersuchung stehen. Kleine Walembryonen werden stets zu den grössten Seltenheiten gehören, und noch viel seltener sind gut conservirte Exemplare. Ein grosser Theil der in den Museen aufbewahrten Walföten zeigt einen Erhaltungszustand, welcher die Benutzung zu Studien über die Entwickelung der äusseren Körperform ausschliesst. Dies ist der Grund, weshalb in vorliegender Tabelle durchaus nicht alle mir zur Verfügung stehenden Embryonen eingetragen worden sind, sondern nur diejenigen herangezogen wurden, welche durch ihre gute Conservirung die Gewähr der Erhaltung der äusseren Plastik boten. Aber auch an diesen Exemplaren waren nicht immer alle Theile gleich gut erhalten, und ich habe dann vorgezogen die betreffenden Maasse wegzulassen. Ein fernerer Grund, welcher mich bewog einige Maassangaben auszulassen, war die Unmöglichkeit, überall genügend genaue Maasse zu erhalten (z. B. vom Körperumfang der kleinsten Embryonen oder aber auch von fehlenden Organen, welche bei anderen Embryonen zur Messung herangezogen wurden, wie der Rückenflosse).

Immerhin bleibt eine grosse Zahl von leidlich sicheren Messungen zurück. Zum Theil reichen sie bereits aus, um über einzelne Wachsthumsvorgänge genügenden Aufschluss zu geben, und in dieser Hinsicht sind sie auch von mir selbst benutzt worden, zum Theil sind aber die Zahlenreihen noch zu lückenhaft, um sichere Schlüsse zu bauen, und ich muss mich damit begnügen, sie anzugeben und es späteren Untersuchern überlassen, sie zu benutzen.

Noch möchte ich einige Worte über die Anordnung der Tabellen hinzufügen. Eine nicht geringe Schwierigkeit bot die Frage, welche Messungen an den Embryonen ausgeführt werden sollten. Ein Blick in die Literatur der Walthierkunde zeigt uns, dass in der Auswahl der Maasse, welche sich fast stets auf erwachsene Individuen beziehen, gar keine Einheitlichkeit herrscht, und nur sehr wenige Messungen in übereinstimmender Weise ausgeführt worden sind. Es kam mir nun darauf an, diejenigen auszuwählen, welche die Wachsthumsvorgänge der einzelnen Körpertheile am characteristischsten zeigten, und ich bin dadurch zur Aufstellung von 30 Punkten geführt worden, nach welchen gemessen wurde.

Es wäre sehr wünschenswerth, wenn dieses Schema Anklang finden und späteren Messungen zu Grunde gelegt würde; es würde dadurch die Vergleichung sowohl der einzelnen Entwickelungsstadien, als auch der verschiedenen Species ungemein erleichtert werden.

Die Maassangaben sind in Centimetern und deren Bruchtheilen erfolgt.

	Angabe der Maasse	1 Phocaena communis ♀	2 Phocaena communis ♂	3 Phocaena communis ♂	4 Phocaena communis ♂	5 Phocaena communis ♂
1	Directe Körperlänge	2,5	7,1	—	47	53
2	Länge über den Rücken	5,1	11,4	13,4	55,9	68
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	0,3	1,4	—	8	9
4	Nasenöffnung — Scheitel	1,1	1	—	4,2	5
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse	—	3,5	—	15,8	18,2
6	Länge der Basis der Rückenflosse	—	2	1,4	7,4	9,5
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	—	2,5	5	20,5	26,3
8	Länge in der Seitenlinie	2,67	9,2	—	52,7	54,6
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	0,15	0,8	—	5,4	5,8
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	0,55	1,5	—	8,9	8,8
11	Länge der Basis der Brustflosse	0,17	0,4	0,5	2,9	4
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	1,8	6,5	8,2	35,5	36
13	Länge in der Bauchlinie	2,2	8,4	—	48,5	51,2
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	1,1	4	—	21,2	21,5
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	0,4	0,7	1	2,1	3
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	—	1,3	1,75	9	8,5
17	Geschlechtsorgan — After	0,1	1,5	2	10	9,5
18	After — Schwanzende	0,6	2,2	2,9	15,5	17,2
19	Körperumfang über dem Scheitel	—	6,2	—	30	33
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	—	6	—	30,2	34
21	Körperumfang in der Nabelgegend	—	6,2	—	31,5	37
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend	—	6	—	26,7	34
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	—	2,8	—	10,7	12
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	—	1,3	—	7,5	9,5
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	0,35	1	1,5	7,9	9,3
26	Grösste Breite der Brustflosse	0,25	0,5	0,65	3,5	4,9
27	Höhe der Rückenflosse	—	0,3	0,4	3,6	4,5
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	—	1	2	12	—
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	—	1,3	2,3	13,8	—
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	—	1	1,2	5	6,1

	Angabe der Maasse	6 Phocaena communis ♀	7 Phocaena communis ♂	8 Delphinus spec. ? ♂	9 Delphinus spec. ? ♂	10 Delphinus spec. ? ♂
1	Directe Körperlänge	112,1	131	3,75	5,6	8,9
2	Länge über den Rücken	128,3	141,2	5,5	9,75	16,4
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	17,5	18,6	0,5	0,8	2
4	Nasenöffnung — Scheitel	42,5	47,5	0,5	1,25	1,4
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse			—	2,5	5,3
6	Länge der Basis der Rückenflosse	19,1	22,6	—	3	4
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	49,2	52,5	—	2,2	3,7
8	Länge in der Seitenlinie	121,7	137,6	—	6,45	12,9
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	10,5	12,1	0,3	0,45	1,5
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	18,2	18	0,3	1,25	2
11	Länge der Basis der Brustflosse	8,9	10,5	0,25	0,25	0,8
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	82,1	97	2,25	4,5	8,6
13	Länge in der Bauchlinie	118,3	133,7	2,6	6,25	11,3
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	54	56,5	1,2	3	5,6
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	28,2	9,5	0,3	0,7	1,4
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	—	28,6	0,04	0,25	—
17	Geschlechtsorgan — After	2,8	31,7	0,1	0,5	0,6
18	After — Schwanzende	33,3	36	1	1,8	3,7
19	Körperumfang über dem Scheitel	57,1	65,5	—	—	8,6
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	67,5	81,5	—	—	7,9
21	Körperumfang in der Nabelgegend	79,5	86	—	—	8,6
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend			—	—	7,9
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	18,5	21	—	—	—
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	17,5	21,5	—	—	—
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	15,9	17,5	0,6	0,8	—
26	Grösste Breite der Brustflosse	7,2	8,9	0,24	0,4	—
27	Höhe der Rückenflosse	8,7	10,2	—	—	0,5
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	24,5	34,8	—	0,6	1,8
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	28,6	39	—		2,3
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	9,5	10,7	—		1,3

	Angabe der Maasse	11 Delphinus delphis ♂	12 Globio-cephalus melas ♀	13 Globio-cephalus melas ♂	14 Globio-cephalus melas ♂	15 Globio-cephalus melas ♂
1	Directe Körperlänge	20,5	—			
2	Länge über den Rücken	26,9	15,9	16	19,7	42,2
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	4,3	1,6	1,6	2,3	5,9
4	Nasenöffnung — Scheitel	1,8	1,2	1,2	1,5	3,2
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse	8,6	4,7	4,8	5,5	9,1
6	Länge der Basis der Rückenflosse	3,3	1,9	1,7	1,9	4,4
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	8,9	6,5	6,5	8,5	19,6
8	Länge in der Seitenlinie	21	—	—	—	—
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	3,3	1	1	1,4	3,4
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	3,1	—	—		
11	Länge der Basis der Brustflosse	1,4	—	—		
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	13,2	—	—		
13	Länge in der Bauchlinie	20,9	13,6	13,7	17,6	37,3
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	10	6,7	6,8	8,7	16,6
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	2,7	2	1,8	2,2	4,2
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	1,1	—	0,6	0,6	1,2
17	Geschlechtsorgan — After	1,8	0,5	0,9	1	2,1
18	After — Schwanzende	6,4	4,4	4	5,7	14,2
19	Körperumfang über dem Scheitel	13,2	7	6,9	8,8	20
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	12.8	6,4	6	7,5	17
21	Körperumfang in der Nabelgegend	11,9	6,3	6,3	9,7	17
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend	10	7	6,8	10,1	18,9
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	4,5	2,2	2,2	3,5	6,2
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	3,6	1,2	1,2	2,1	4,5
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	—	—	—	3	—
26	Grösste Breite der Brustflosse	—	—	—	1	—
27	Höhe der Rückenflosse	1,8	0,3	0,3	0,4	1,5
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	4,7	1,5	1,5	1,4	6,2
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	4,8	1,8	1,8	1,8	6,2
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	2,2	1,3	1,3	1,3	3,4

	Angabe der Maasse	16 Globiocephalus melas ♂	17 Lagenorhynchus acutus Gray ♂	18 Monodon monoceros ♀	19 Monodon monoceros ♀	20 Beluga leucas ♀
1	Directe Körperlänge			6,4	22	19,4
2	Länge über den Rücken	45,6	52,9	13,8	25,7	23
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	6,3	9,7	1,1	3,2	3
4	Nasenöffnung — Scheitel	3,5	3,1	1,6	2	2,1
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse	9,5	13,2	—	8,5	—
6	Länge der Basis der Rückenflosse	4,7	7,1	—	2,5	—
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	21,6	19,8	—	9,5	—
8	Länge in der Seitenlinie	—	—	—	21,6	19,8
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	2,8	5,6	0,5	0,9	1,8
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	—	—	1,5	4,6	3,4
11	Länge der Basis der Brustflosse	—	—	0,5	0,9	1
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	—	—	6,2	15,2	13,6
13	Länge in der Bauchlinie	34,5	47,7	—	21,6	20,3
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	15,2	22,5	3	10,5	10
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	3,7	7	1,9	3,6	4
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	1,3	1,2	—	—	—
17	Geschlechtsorgan — After	2,3	2,1	0,3	0,5	0,6
18	After — Schwanzende	12,2	14,2	2,8	7	5,7
19	Körperumfang über dem Scheitel	21,5	20	—	15	13
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	20,5	17	6	15,2	13,3
21	Körperumfang in der Nabelgegend	19,8	17		15	14,5
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend	23,2	18,9		10	—
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	6	6,2		3,5	4,4
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	5,2	4,5		2	2,5
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	—	—		2,3	—
26	Grösste Breite der Brustflosse	—	—		1,2	—
27	Höhe der Rückenflosse	1,5	1,5		0,05	—
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	6,4	6,2	0,9	3,5	3,1
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	6,4	6,2		4,2	3,7
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	3	3,4	0,9	2,4	2,3

	Angabe der Maasse	21 Beluga leucas ♂	22 Beluga leucas ♂	23 Beluga leucas ♀	24 Beluga leucas ♀	25 Beluga leucas ♂	26 Hyperoodon rostratus ♂	27 Hyperoodon rostratus ♀
1	Directe Körperlänge						15,8	55
2	Länge über den Rücken	25	28	29	35,1	36	19	66
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	3,1	3,5	3,5	4,6	4,8	2,6	12,2
4	Nasenöffnung — Scheitel	2,1	2	2,7	2,9	2,7	2	4
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse	—	—	—	—	—	8	26,1
6	Länge der Basis der Rückenflosse	—	—	—	—	—	1,8	3,7
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	—	—	—	—	—	5,6	20
8	Länge in der Seitenlinie	21,8	23	24,4	34	31,1	17,5	60,5
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	1,6	1,9	1,9	2,6	2,5	1,3	5,7
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	4,4	4,5	4,5	6,7	5,5	3,4	12,2
11	Länge der Basis der Brustflosse	1	1,1	1	1,5	1,4	0,8	2,5
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	13,8	15,5	17	23,2	21,7	12	40
13	Länge in der Bauchlinie	20,9	21,9	23,1	27,8	30,9	16,5	56,9
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	11,2	11,5	12,5	14,9	15,2	8	28,5
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	2,8	3	4	4,5	3,9	2,5	8,2
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	1,6	1,5	—	—	1,9	0,4	—
17	Geschlechtsorgan — After	2,1	2,1	0,6	0,6	2,5	0,7	1,7
18	After — Schwanzende	4,8	5,3	6	7,8	7,4	5,3	18,5
19	Körperumfang über dem Scheitel	13,2	14	14,7	18,4	18,2	8,5	31,2
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	13,6	14,8	14,9	17,2	19	9	31
21	Körperumfang in der Nabelgegend	13,4	15,5	15	18,6	18,8	9	30
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend	—	—	—	—	—	7	22
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	3,9	4,6	4,5	4,6	4,9	1,3	8
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	2,7	3,3	3,2	4,3	4	1,3	7
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	—	2,4	2,4	3,1	—	2	7,3
26	Grösste Breite der Brustflosse	—	1,8	1,4	2,2	—	0,6	2,1
27	Höhe der Rückenflosse	—	–	—	—	—	0,3	2,6
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	3	3,5	4,2	6	6	1,6	14,5
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	3,6	4	4,6	6	6	2,8	16,4
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	2,4	2,9	2,6	3,8	3,8	1,5	6,5

Die Entwickelung der äusseren Körperform innerhalb einzelner Arten.

Phocaena communis.

Um die Entwickelung der äusseren Körperform des Braunfisches darzulegen, habe ich eine Anzahl Abbildungen gegeben, welche verschiedene Entwickelungsstufen darstellen. Das jüngste Stadium (No. 1 der Tabelle) wurde mir von der Leitung des Kopenhagener Museums zur Untersuchung anvertraut. Es ist dies überhaupt der kleinste Walembryo, welcher bis jetzt beschrieben worden ist. Seine directe Körperlänge beträgt 25 mm. Der erste Eindruck könnte stutzig machen, ob man es in diesem Falle wirklich mit dem Embryo eines Zahnwales zu thun hat, so wenig treten die Charaktere dieser Säugethierordnung hervor. Der gesammte Habitus nähert sich durchaus dem der Embryonen landbewohnender Säugethiere. Während bei dem erwachsenen Thiere, wie bei allen Walthieren, der gesammte Körper von der Schnauzenspitze bis zum Schwanze eine gestreckte, spindelförmige Gestalt besitzt, die als characteristisch für diese Wassersäugethiere gilt, hat der vorliegende Embryo eine sehr starke Fötalkrümmung des Kopfes wie des Schwanzes aufzuweisen. Eine in der Richtung der Mundspalte gezogene Linie trifft die Axe des Rückgrats unter einem spitzen Winkel von ungefähr 50°, und auch der Schwanz ist stark nach innen gebogen, zuerst etwa unter 90° zur Körperaxe, in seinem hinteren Drittel unter 40°. Wird schon durch diese Fötalkrümmungen die Aehnlichkeit mit den Embryonen anderer Säugethiere sehr gross, so vermehrt sie sich noch durch die verhältnismässig scharfe Abgrenzung der drei Körperregionen, des Kopfes, Rumpfes und Schwanzes. Auch dadurch ist der Embryo dem erwachsenen Thiere recht unähnlich, denn bei letzterem gehen alle drei Regionen ganz allmählich in einander über. Die starke Krümmung des wie bei allen Säugethierembryonen in diesem Stadium sehr grossen Kopfes bewirkt die Ausbildung einer Halsregion, welche sich als eine hinter der Ohranlage hinziehende Einschnürung kundgiebt. Eschricht[1]), welcher von etwas grösseren Embryonen diese Stellung des Kopfes zur Körperaxe beschreibt, glaubt, dass die Flexion nur eine anscheinende ist, indem das Hinterhaupt in derselben geraden Linie zum Rückgrat gelagert ist wie bei erwachsenen Thieren, und nur die Stellung der Kiefer, welche mehr an der unteren als an der vorderen Fläche des Schädels gelagert sind, den Eindruck der Krümmung des Kopfes hervorrufe. Dass Eschricht's Ansicht für vorliegenden Embryo nicht zutrifft, zeigt ein Blick auf Fig. 2, Taf. XIV, wo wir deutlich sehen, dass nicht nur den Kiefern, sondern in geringerem Grade auch dem Hinterhaupte eine schräge Stellung zur Körperaxe zukommt.

Wie der Kopf, so ist auch der Schwanz genügend scharf vom Rumpfe abgesetzt, es geschieht dies durch eine oder eigentlich zwei Furchen, welche jederseits von der Höhe des Afters nach rückwärts und etwas cranial ziehen. Man sieht es sowohl an Fig. 2 wie an Fig. 4, welche den Embryo vom Rücken her darstellt. Auf der Rückenseite sieht man, wie sich beide Furchen vereinigt haben, während sie an der Seitenwand des Körpers auseinanderweichen, um ventralwärts, die eine zur Afterregion, die andere etwas oberhalb der Genitalregion zu ziehen, und eine Region einzuschliessen, welche nahe der ventralen Mittellinie die ersten Anlagen der Zitzen enthält.

1) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. Leipzig, 1849. p. 67.

Die starke Krümmung des Kopfes hat auch insofern eine grössere Aehnlichkeit mit anderen kleinen Säugethierembryonen geschaffen, als die äussere Nasenöffnung weit nach vorn zu liegen kommt und sich mit Auge und Anlage des äusseren Gehörorganes in einer Ebene befindet, welche fast senkrecht zur Körperaxe steht, während sich beim Erwachsenen das Verhältnis derart ändert, dass die äussere Nasenöffnung nicht mehr vor, sondern über dem Auge liegt.

Wir kommen nunmehr zur Besprechung der Gliedmaassenanlage. Die Vordergliedmaassen liegen dem Unterkiefer dicht an und sind zwar bereits mit einer Schwimmhaut umgeben, doch sind die einzelnen Finger deutlich sichtbar, und die Schwimmhaut umhüllt sie auch nicht vollständig, sondern bildet deutliche Einbuchtungen zwischen den einzelnen Fingern. Die Vorderextremität ist zur Körperaxe fast senkrecht und nur ein wenig ventralwärts, sowie caudalwärts gerichtet, bei dem Erwachsenen dagegen viel mehr caudalwärts und dem Körper seitlich anliegend. Ferner sind auch die beiden Abschnitte der Vorderextremität, Hand und Vorderarm, schon äusserlich deutlich von einander getrennt, indem erstere sich von dem Vorderarm scharf als Verbreiterung absetzt. Auch das steht im Gegensatze zur Flosse des Erwachsenen, wo eine solche Unterscheidung äusserlich nicht mehr möglich ist, und ferner möchte ich noch erwähnen, dass die Hand zwar flach-schaufelförmig, der Unterarm aber von mehr rundlichem Querschnitt ist, während er beim Erwachsenen viel mehr in die Flosse einbezogen und demgemäss viel abgeplatteter ist.

Eine neue und, wie ich glaube, recht wichtige Entdeckung vermochte ich ferner an vorliegendem Embryo zu machen, nämlich der ersten, äusserlich sichtbaren Anlage der Hinterextremitäten. Zwar sind sie bereits in diesem Stadium rudimentär im Verhältnis zu den wohlentwickelten Vorderextremitäten, ihr Vorkommen scheint mir aber zweifellos festzustehen, und zwar als zwei seitliche Hügel, welche auf der Höhe zwischen Nabel und Geschlechtsorgan den Seitenwänden des Körpers aufsitzen und besonders nach hinten zu durch eine Furche vom übrigen Rumpf scharf abgesetzt sind. Es bleibt nach ihrer Gestalt und Lagerung nichts anderes übrig, als sie als äussere Rudimente der Hinterextremitäten anzuerkennen, um so mehr, als bei Embryonen wie Erwachsenen in dieser Region im Inneren Reste des Beckens gefunden werden.

Von Interesse ist auch, dass der grösste Querdurchmesser des gesammten Körpers, wie Fig. 4 zeigt, in diese Region fällt.

Weitere specifische Cetaceencharactere, wie Anlage der Rückenflosse und Bildung der Schwanzflosse, fehlen dem kleinen Embryo noch durchaus, statt letzterer findet sich eine schmale laterale Verbreiterung der gesammten hinteren Schwanzhälfte. Nur ein ganz specifischer Zahnwalcharacter ist schon vorhanden, nämlich die Verschmelzung der äusseren Nasenlöcher zu einem unpaaren Spalt.

Damit halte ich die Beschreibung der äusseren Körperform dieses Embryos im Wesentlichen für erschöpft und verweise für die Entwickelung der einzelnen Organe auf die speciellen Kapitel.

Das auf den kleinen Embryo an Grösse nächstfolgende Stadium von *Phocaena communis* ist schon beträchtlich grösser, indem es in directer Länge 7,1 cm. misst. Der Embryo stammt ebenfalls, wie auch der nächstfolgend beschriebene, aus dem Kopenhagener Museum. Fig. 15, Taf. XV, zeigt, wie innerhalb der Entwickelungsphase zwischen dem erstbeschriebenen Embryo und diesem ein Entwickelungsprocess sich geltend gemacht hat, welcher von dem indifferenteren Säugethierstadium zu dem im Wesentlichen fertigen Zahnwale geführt hat.

Zuvörderst ist die scharfe Trennung von Kopf, Rumpf und Schwanz fast völlig verschwunden. Der Kopf ist zwar noch immer zur Körperaxe in schiefem Winkel geneigt, allein diese Neigung ist ganz und gar auf die Stellung der Kiefer zurückzuführen, die Hinterhauptspartie sitzt bereits dem Rumpfe in geradlinigem Verlaufe an. Die Stellung der Kiefer ist nunmehr in Folge ihres starken Wachsthums bereits eine wesentlich

andere geworden. Eine Ebene durch die Mundspalte trifft die Längsaxe des Körpers in einem ziemlich stumpfen Winkel. Auch in diesem Stadium liegen Nasenöffnung, Augen und Gehörorgan annähernd in einer geraden Linie, die aber die Körperaxe nicht mehr in einem fast rechten, sondern einem sehr spitzen Winkel trifft, so dass sie fast parallel mit ihr läuft.

Ganz auffällig ist dadurch die anscheinende Verschiebung der Nasenöffnung, beim kleinsten Embryo betrug ihre Entfernung von der Schnauzenspitze nur 0,3 cm, bei diesem aber 1,4 cm, so dass, wenn wir die directe Länge beider Embryonen als Einheit nehmen, die Entfernung der äusseren Nasenöffnung von der Schnauzenspitze etwa $^1/_8$ beim kleinen, $^1/_5$ beim grösseren beträgt. Die Strecke zwischen Oberkieferspitze und äusserer Nasenöffnung ist also in diesem Zeitraum fast doppelt so schnell gewachsen, wie die gesammte Körperlänge. Es ist dies ein unzweifelhafter embryologischer Beweis für die secundäre Veränderung der Lage der Nasenöffnungen beim Erwachsenen. Da diese Verlagerung, wie die Beobachtung ergiebt, im Laufe der individuellen Entwickelung verhältnismässig spät auftritt, so ist der Schluss gerechtfertigt, dass es eine im Laufe der phylogenetischen Entwickelung der Wale erworbene Eigenschaft ist.

Dass die besprochene Verlagerung der äusseren Nasenöffnung dem secundären Processe einer mächtigen Kieferentwickelung zu verdanken ist, geht schon aus der rein äusserlichen Betrachtung der Embryonen hervor. Die Länge der Mundspalte ist beim kleinsten, die directe Körperlänge wiederum gleich 1 gesetzt, $^1/_{17}$, bei vorliegendem Embryo viel mehr, etwa $^1/_9$. Es zeigt sich also ungefähr dasselbe Verhältnis wieder, wie bei Vergleichung der Strecke zwischen Oberkieferspitze und äusserer Nasenöffnung, dass nämlich die Mundspalte sich ungefähr doppelt so schnell vergrössert wie der gesammte Körper.

Wennschon der Kopf bei vorliegendem Embryo nicht mehr scharf vom Rumpfe abgesetzt ist, so existirt doch noch immer eine Art Halsregion, wie sich aus den Abbildungen, wie auch der Vergleichung der Tabellen ergiebt. Der Scheitelumfang ist noch etwas grösser als der Umfang vor den Brustflossen, während später das Umgekehrte stattfindet.

Das hintere Körperende zeigt bereits den vollkommenen Uebergang des Rumpfes in den Schwanz, und damit die Ausbildung der characteristischen Spindelform des Walkörpers. Doch ist die nach der ventralen Seite hin erfolgende Krümmung des Schwanzes noch immer recht beträchtlich, und jedenfalls steht seine Axe zur Körperaxe noch in einem nur wenig stumpfen Winkel, während der Kopf in seiner Umlagerung schon viel weiter vorangeschritten ist.

Die Umwandlung der Vorderextremität zur Flosse ist stark vorangeschritten. Die Schwimmhaut umhüllt die einzelnen Finger vollständig, und die Hand geht ganz allmählich in den ebenfalls stark abgeplatteten Unterarm über. Auch haben die Flossen eine andere Lage zum Körper gewonnen, indem ihre Spitze sich mehr nach hinten und etwas nach aussen richtet. Das Wachsthum der Brustflosse erfolgt genau im Verhältnis zum Wachsthum der Körperlänge, sowohl bei diesem, wie bei dem erstbeschriebenen Embryo beträgt die Brustflossenlänge (vom distalen Ende des Humerus bis zur Flossenspitze) $^1/_7$ der directen Länge (genauer ist letztere 7,1 mal so gross).

Wird der Embryo durch die Ausbildung von Rücken- und Schwanzflosse noch cetaceenartiger, so entwickelt er doch auch in diesem Stadium Organe, welche rein transitorischer Natur sind und nur bei den landbewohnenden Vorfahren Bedeutung hatten; ich meine die Spürhaare an der Oberlippe, von denen in diesem Stadium zwei an jeder Seite auftreten. Im grossen und ganzen müssen wir aber sagen, dass der Uebergang vom indifferenten Säugethiertypus zum typischen Walthiere in die Entwickelungsphase fällt, welche zwischen beiden beschriebenen Embryonen liegt.

Da das nun folgende Stadium, welches in der Tabelle mit No. 3 bezeichnet ist, nur wenig grösser ist als das vorhergehende, und dieselben Verhältnisse aufweist, so gehe ich zur Beschreibung zweier Embryonen von 55,9 und 68 cm. Rückenlänge über (Fig. 42, Taf. XVII). Beide Embryonen, von denen der grössere kurz vor der Geburt steht, zeigen schon die wesentlichen Eigenschaften des erwachsenen Thieres. Kopf, Rumpf und Schwanz gehen continuirlich in einander über. Der Umfang über den Scheitel wird geringer, als der über die vordem als Halsregion bezeichnete Stelle vor den Brustflossen. In diesem Stadium beginnt besonders der Umfang in der Gegend des Nabels zuzunehmen; bei dem kleineren ist der Umfang am Nabel noch gleich dem Scheitelumfang, bei dem grösseren schon etwas grösser, und, wie ich gleich hinzufügen will, noch mehr zunehmend beim Erwachsenen. Ziehen wir die Messungen an letzteren mit in den Kreis unserer Vergleichung, so ergiebt sich, dass der Nabelumfang gegen den Scheitelumfang in folgender Proportion zunimmt, letzteren jedesmal gleich 1 gesetzt.

I	II	III	IV	V
Embryo von 11,4 cm	55,9 cm	68 cm	Erwachsenes Thier von 128,3 cm	142 cm
			♀	♂
1 : 1	1 : 1,05	1 : 1,13	1 : 1,39	1 : 1,31.

Wir ersehen daraus, dass der Umfang am Nabel erst kurz vor der Geburt zuzunehmen beginnt und während des extrauterinen Lebens noch beträchtlich wächst, und zwar beim Weibchen stärker als beim Männchen.

Während dieser Wachsthumsprocess erst in eine Periode der späteren Entwickelung fällt, hat der Vorgang der Verlagerung der äusseren Nasenöffnung durch starkes Wachsthum der Kiefer schon sehr frühzeitig sein Ende erreicht. Die Entfernung der Nasenöffnung zur Oberkieferspitze verhält sich zur Rückenlänge folgendermaassen:

	I	II	III	IV	V	VI
Rückenlänge	5,1 cm	11,4 cm	55,9 cm	68 cm	128,3 cm	142,1 cm
	1 : 17	1 : 8,1	1 : 7	1 : 7,5	1 : 7,3	1 : 7,58.

Ohne weiteres wird aus dieser Reihe klar, dass das starke Kieferwachsthum fast ausschliesslich zwischen Stadium I und II fällt.

Die Vergleichung des relativen Wachsthums der Mundspalte zeigt das gleiche. Wählen wir zum Vergleich die Länge in der Seitenlinie, so erhalten wir für die 6 Exemplare folgende Verhältniszahlen:

I	II	II	IV	V	VI
1 : 17,8	1 : 11,5	1 : 9,7	1 : 9,4	1 : 11,6	1 : 11,4.

Wir ersehen daraus, dass auch für die Mundspalte das gleiche starke Wachsthum in sehr früher Zeit gilt.

Ueber die Entwickelung der einzelnen Theile, Brustflosse, Rückenflosse, Schwanzflosse, Mammarorgane etc. soll erst in den speciellen Kapiteln gesprochen werden, doch möchte ich zum Schluss auf ein paar sexuelle Unterschiede zwischen beiden von mir untersuchten erwachsenen Braunfischen aufmerksam machen. Während nämlich das Männchen eine sehr viel grössere Schwanzflosse hat als das Weibchen, ist die Brustflosse verhältnismässig kleiner. Im Verhältnis zur Körperlänge ausgedrückt, ist die Proportion der

	beim ♂	beim ♀
Schwanzflosse zur directen Körperlänge	1 : 3,77	1 : 4,57
Dahingegen das Verhältnis der Brustflosse zur directen Körperlänge	1 : 8	1 : 7.

Es würde demnach zu erwarten sein, dass das Männchen von *Phocaena* vor dem Weibchen die grössere Schnelligkeit der Bewegung voraus hat, während letzteres einen ausgiebigeren Apparat zum Steuern besitzt, doch sind erst noch weitere Messungen in dieser Hinsicht anzustellen.

Delphinus.

Der kleinste mir zur Verfügung stehende Embryo dieser Gattung stammt aus dem Kopenhagener Museum. Die beigegebene Etikette lautete: »5/9 65. *Delphinus albicans.* Ovum immaturum«, und da dieser Name ein Synonym von *Beluga leucas* ist, war er auch als letzterer Species angehörig bezeichnet worden. Die genauere Untersuchung lehrte mich indessen, dass in diesem Falle die Bezeichnung nicht zutreffend war, unmöglich kann der Embryo zu *Beluga* gehören, er ist vielmehr ein *Delphinide* von ganz anderem Typus, nur ist es nicht möglich, an einem so wenig entwickeltem Objecte eine genauere Bestimmung auszuführen. Wir müssen uns damit begnügen, ihn als zu der Gruppe *Delphinus, Lagenorhynchus* oder *Tursiops* gehörig erkannt zu haben. Selbst ohne genaue Bestimmung ist indessen wegen des frühen Stadiums die Beschreibung seiner Körperform von hohem Werthe (Fig. 12 u. 13, Taf. XV). Der Erhaltungszustand dieses Embryos war kein so vorzüglicher wie der der kleinen *Phocaena*, und in Folge dessen waren manche Reliefverhältnisse verwischt. Im grossen und ganzen stellt er ein etwas weiter entwickeltes Stadium dar, als der etwas kleinere erste *Phocaena*-Embryo, weicht aber doch in manchen Punkten ab. So ist die Fötalkrümmung eine etwas andere, indem auch der Rücken eine beträchtliche Krümmung aufzuweisen hat. Kopf, Rumpf und Schwanz sind noch ziemlich scharf von einander abgesetzt. Der Kopf ist verhältnismässig sehr gross und derartig gebogen, dass eine durch die Mundspalte gelegte Ebene den oberen Teil der ebenfalls gebogenen Hauptaxe des Körpers in einem Winkel von 45° trifft. Wie bei dem kleinen *Phocaena*-Embryo ist auch hier eine Halsregion von geringerem Umfang unterscheidbar. Der Schwanz ist vom Rumpfe durch eine von der Afterregion dorsalwärts verlaufende Furche geschieden. Ob eine davor liegende hügelförmige Erhebung der ersten Anlage der Hinterextremitäten, wie wir sie bei dem kleinen *Phocaena*-Embryo beobachtet hatten, homolog ist, lässt sich mit Sicherheit nicht entscheiden.

Die Stellung der äusseren Nasenöffnungen, die wie bei dem jungen *Phocaena*-Embryo bereits in diesem frühen Stadium an der Mündung verschmolzen waren, ist hier schon ziemlich verändert. Es beträgt das Verhältnis der Strecke von der Oberkieferspitze bis zur Nasenöffnung zur directen Körperlänge 1 : 7,5, und demgemäss ist auch die Mundspalte bereits stark gewachsen, sie steht zur directen Körperlänge im Verhältnis von 1 : 12,5. Vergleichen wir diese Zahlen mit den bei der kleinen *Phocaena* gefundenen, so sehen wir, dass bei diesem nur wenig grösseren Delphiniden das Kieferwachsthum bereits sehr stark vorangeschritten ist.

Die Vorderextremitäten waren noch wenig als Flossen entwickelt. Unterarm und Hand waren äusserlich leicht unterscheidbar, ersterer noch von rundlichem Querschnitt, die breitere Hand etwas nach innen und hinten gebogen. Die einzelnen Finger waren deutlich sichtbar, und die ihre Zwischenräume ausfüllende Schwimmhaut zeigte noch deutliche Einbuchtungen. Rücken- und Schwanzflosse waren noch nicht angelegt, an Stelle der letzteren fand sich jederseits am Schwanze eine schwache bindegewebige Verbreiterung, die in der hinteren Hälfte des Schwanzes verlief.

Nunmehr wende ich mich zur Beschreibung eines etwas grösseren Delphinembryos, aus demselben Museum herrührend, der laut Etikette aus der Südsee stammt (Fig. 10 u. 11, Taf. XIV). Er hat eine directe Länge von 5,6 cm. Der Körper ist schon mehr gestreckt, doch ist noch immer eine leichte Krümmung der Rückenlinie wahrzunehmen. Die Mundspaltenebene steht etwa senkrecht auf der Körperaxe, und ebenso ist der Schwanz noch stark ventralwärts gekrümmt. Die Schnauze ist dadurch, dass sie sich mehr in die Höhe gerichtet hat, ziemlich weit weggerückt von den Vorderextremitäten, und die Halsregion

weist nur eine ganz unbedeutende Verringerung des Umfangs auf, so dass sie also zu verschwinden beginnt. Die Entfernung der Oberkieferspitze von der Nasenöffnung beträgt 1 : 7 der directen Körperlänge, das Verhältnis der Mundspalte ist 1 : 12,4. Die Verhältniszahlen sind also fast die gleichen wie beim vorigen Embryo, und nur ein wenig geringer, so dass das Kieferwachsthum auch während dieser Entwickelungsphase relativ noch etwas zugenommen hat.

Die den Schwanz vom Rumpfe trennende Furche ist noch deutlich zu sehen.

Bei diesem, wie bei den jetzt beschriebenen anderen Embryonen, mit Ausnahme des kleinsten Stadiums von *Phocaena*, ist eine eigenthümliche Torsion des Schwanzes eingetreten, derart, dass der Schwanz sich aus der Sagittalebene heraus seitlich umbiegt, so dass er ausser seiner fötalen, ventralwärts gerichteten Krümmung einer zweiten nach rechts oder links unterworfen ist. Den kleinsten Stadien fehlt diese seitliche Krümmung noch vollkommen, die darauf folgenden Embryonen aber haben sie sämmtlich, und ich glaube daher, dass diese Erscheinung secundärer Natur ist, da sie ja beim Erwachsenen völlig verschwunden ist. Vielleicht ist es eine rein mechanisch erklärbare Erscheinung, die in der Einlagerung des Embryos in den Uterus ihre Erklärung findet.

Recht deutlich ist an vorliegendem Delphinembryo die Einbiegung der Vorderextremitäten zur ventralen Seite zu sehen, und zwar ist es vor allem die Hand, welche gegen die Axe des Unterarmes etwas nach innen und hinten gebogen ist.

Während die Schwanzflosse bereits in ihrer ersten Anlage vorhanden ist, ist von der eigentlichen Rückenflosse noch nichts zu sehen. Es ist vielmehr nur ein langgestreckter, längs der dorsalen Mittellinie verlaufender niedriger Hautkamm vorhanden, welcher sich über die ganze hintere Partie des Rückens erstreckt. Es lässt sich daraus der Schluss ziehen, einmal, dass dis Schwanzflosse ein phylogenetisch älteres Gebilde ist als die Rückenflosse, zweitens aber, dass die Rückenflosse sich aus einem längs der Rückenlinie ziehenden Hautkamm heraus differenzirte.

Der nunmehr an Grösse folgende Delphinembryo aus dem Indischen Ocean stammt aus dem Hamburger Museum und hat eine directe Länge von 8,9 cm. Lange Zeit hielt ich den unbestimmten Fötus für zugehörig zum Genus *Tursio* [1]), bis ich auf Grund von Schnittserien, welche die feinere Organisation des Vorderkopfes und besondees die Zahl der Zahnanlagen kennen lehrten, mich davon überzeugte, dass wir einen Angehörigen des Genus *Delphinus*, wahrscheinlich *Delphinus delphis*, vor uns haben (Fig. 16, Taf XV). Die Stellung des Kopfes zur Körperaxe ist noch mehr gehoben, so dass der Winkel bereits ein stumpfer ist und 100° beträgt, dahingegen ist der Schwanz nach wie vor stark ventralwärts und etwas seitlich gebogen. Vom Rumpfe ist er durch eine scharfe, in der Nähe des Afters liegende Falte abgesetzt.

Die äussere Nasenöffnung ist von der Oberkieferspitze 2 cm entfernt, die Strecke verhält sich also zur directen Körperlänge wie 1 : 4,5 und die Mundspalte wie 1 : 6. Es hat demnach in diesem verhältnismässig jungen Stadium bereits eine Ausbildung der Schnauze stattgefunden, welche die der ungefähr gleich grossen *Phocaena*-Embryonen ganz bedeutend übertrifft, und damit ist der Embryo aus seinem allgemeinen Zahnwalstadium in das des Genus *Delphinus*, welches sich bekanntlich durch eine lange Schnauze auszeichnet, übergetreten.

Auch an den Brustflossen macht sich eine Veränderung geltend, welche auf die Ausbildung zum Delphin hinweist, es ist die eigenthümliche Form der Hand, welche auf ihrer ulnaren Seite eine schwache Einbuchtung zeigt, wie sie für *Delphinus* und *Tursiops* characteristisch ist.

Recht deutlich tritt auch die allmähliche Herausbildung der Rückenflosse aus einem Theile des

1) Anat. Anz. 1890, p. 45.

ursprünglicheren Rückenkammes hervor (s. Fig. 16, Taf. XV). Ferner ist es auch vorn an der Schnauze zur Ausbildung von Spürhaaren gekommen, von denen ich auf jeder Seite der Oberlippe 5 zähle.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so sehen wir in vorliegendem Embryo ein Stadium vor uns, welches ausser allgemeinen Säugethiercharacteren, wie Fötalkrümmung des Kopfes und Schwanzes, Spürhaaren etc., auch allgemeine Cetaceencharactere, wie Verwischen der Grenzen von Kopf, Rumpf und Schwanz, Umlagerung der Nasenöffnungen nach dem Scheitel zu, Umbildung der Vorderextremitäten zu Brustflossen, Neubildung von Schwanz- und Rückenflosse, und ausserdem specielle der Gattung *Delphinus* angehörigen Charactere, so starke Verlängerung der Schnauze, Zahl der Spürhaare und eigenthümliche Form der Brustflossen, aufzuweisen hat.

Die Reihe unserer Delphinembryonen schliesst mit einem Exemplar von wahrscheinlich *Delphinus delphis* des Hamburger Museums von 20 cm. directer Länge. Der Körper hat sich schon gestreckt, die Mundspalte bildet mit der Körperaxe einen sehr grossen Winkel. Der Schwanz setzt sich geradlinig an den Rumpf an. Die Abgrenzung der drei Körperregionen ist fast verschwunden, nur der Kopf ist noch gegen den Rumpf durch eine schmalere, vor den Brustflossen liegende Stelle abgegrenzt, während der Rumpf direct in den Schwanz übergeht, ohne irgend welchen Absatz zu bilden. Das Verhältnis der Entfernung von der Nasenöffnung zur Oberkieferspitze, sowie der Mundspalte zur directen Körperlänge ist annähernd das gleiche wie bei vorigem Embryo, 1 : 4,8 und 1 : 6,2. Die eigenthümliche Thatsache, dass der kleinere Embryo anscheinend eine etwas grössere relative Entwickelung der Schnabelpartie aufzuweisen hatte (1 : 4 und 1 : 6), lässt sich, wie bei *Phocaena*, leichtlich dadurch erklären, dass die directe Länge eine Grösse ist, welche ohne besondere Wachsthumsbeschleunigung einfach dadurch relativ viel grösser wird, weil der Kopf aus seiner anfänglich nach innen gebogenen Lage in die mehr und mehr gestreckte übergeht, und dadurch die directe Körperlänge viel mehr zunimmt, als es durch blosses Wachsthum der Fall sein würde.

Eine ganz specifische, nur für *Delphinus* und *Tursiops* geltende, Eigenschaft ist der schroffe Absatz des vorderen Theils des Schnabels von dem hinteren, welcher zur Bildung einer scharfen Rinne führt. An vorliegendem Embryo sehen wir bereits die Ausbildung dieser Besonderheit, sowie auch die Weiterentwickelung der Spürhaare, von denen 8 auf jeder Seite zu zählen sind.

Im übrigen weicht der Embryo nicht mehr vom Zahnwal- respective Delphinustypus ab.

Tursiops tursio.

Es stand mir ein Embryo des Tümmlers zur Verfügung, der aus dem Bremer Museum stammt und 18,6 cm. directe Länge misst. Trotzdem er etwas kleiner ist, als der zuletzt beschriebene Delphinembryo (Fig. 18, Taf. XV), so hat er doch bereits eine völlig gestreckte Gestalt angenommen; der Kopf geht ohne irgend welchen Absatz direct in den Rumpf, und dieser in den Schwanz über. Bereits in diesem jungen Stadium treten Charactere auf, nach welchen man den Embryo bestimmen kann. Mit *Delphinus* hat er übereinstimmend die scharf sichelförmig gebogene Brustflosse, sowie den characteristischen Absatz am vorderen Theil der Schnauze, unter welchem jederseits eine Reihe von Spürhaaren, bei unserem Embryo je 7, angebracht ist. Er weicht aber von *Delphinus* in folgenden Punkten ab: Der Kopf ist beträchtlich kleiner. Die Strecke von der Schnauzenspitze zum Auge verhält sich beim Delphinembryo wie 1 : 4,5, bei vorliegendem *Tursiops*-Embryo wie 1 : 6,6. Der Grund dieser Verschiedenheit liegt in der geringeren Ausbildung der Schnauze. Die Länge der Mundspalte ist beim Delphinembryo sehr viel grösser, sie beträgt 1 : 6 zur Körperlänge, beim *Tursiops*-Embryo nur 1 : 10,3.

Ein Vergleich mit dem erwachsenen Thiere zeigt, dass weitere Veränderungen nur noch durch das ungleiche Wachsthum im Umfang eintreten. Bei vorliegendem Embryo liegt der grösste Querdurchmesser

noch im Kopf, beim Erwachsenen in einer am Beginn der Rückenflosse gelegten Ebene. — Die besten Abbildungen vom erwachsenen *Tursiops tursio* sowie von *Delphinus delphis* hat FLOWER[1]) gegeben, zugleich mit einer scharfen Abgrenzung der Unterschiede beider Gattungen.

Globiocephalus melas.

Die Embryonen, welche ich von dieser Species zur Verfügung hatte, und welche 7,6 cm. — 37 cm. in der Länge massen, waren sämmtlich wenig gut conservirt, und das Bild, welches ich im ersten Bande dieser Studien in Ermangelung besser conservirter Embryonen vom jüngsten Stadium gegeben habe (Bd. I, Taf. II, Fig. 6), zeigt deutlich, wie stark die Deformationen sind, welchen das alte Museumsmaterial unterworfen gewesen ist. Ich sehe deshalb von einer eingehenden Darlegung der Entwickelung der äusseren Körperform ab, und kann das um so eher thun, als das characteristische Merkmal der Grindwale, die sehr lange Brustflosse, in ihrer Entwickelung in dem speciell darüber handelnden Kapitel untersucht werden wird. Die übrigen Entwickelungsvorgänge laufen, wie aus den voranstehenden Tabellen ersichtlich ist, in derselben Weise ab, wie ich das von anderen Delphiniden bereits beschrieben habe.

Monodon monoceros.

Zwei Narwalembryonen, der kleinere vom Kopenhagener, der grössere vom Bremer Museum, lassen deutlich erkennen, dass auch hier die Entwickelung eine gleiche ist. Der kleinere (Fig. 14, Taf. XV) hat eine directe Länge von 6,4 cm., und zeigt noch stark die Fötalkrümmung den Kopfes und Schwanzes. Die äussere Nasenöffnung liegt noch weiter vorn als bei dem grösseren (Fig. 38, Tafel XVII), welcher eine directe Länge von 22 cm. hat. Die Mundspalte hat bei beiden relativ die gleiche Grösse, und auch die übrigen Körpertheile wachsen durchaus proportional zum Körperwachsthum.

Von Interesse ist die Auffindung eines Rückenkammes, der bereits beim kleineren Embryo im hinteren Drittel der Rückenlinie auftritt, und der auch beim grösseren Embryo vorhanden ist. Bei letzterem ist der Kamm auf eine kleinere Stelle, etwa auf die Höhe zwischen Nabel- und Geschlechtsorgan-Region beschränkt und ziemlich distinct ausgebildet.

Die übrigen Körperverhältnisse ergeben sich aus den mitgetheilten Tabellen.

Beluga leucas.

Die mir zur Verfügung stehenden 13 Embryonen habe ich auf Spitzbergen erbeutet, und es sind daher, da sie zu ungefähr derselben Zeit den getödteten Müttern entnommen worden waren, die Entwickelungsstadien an Grösse nicht sehr verschieden. Sie schwanken zwischen 18 und 27 cm. directer Länge; in die Tabelle habe ich nur diejenigen Exemplare aufgenommen, welche durch ihre Conservirung sich besonders zur Untersuchung der Plastik ihrer Körperform eignen.

Da die Entwickelung schon beim jüngsten Stadium weit vorangeschritten war, so bieten die Embryonen nichts von den ersten entwickelungsgeschichtlichen Vorgängen, es sind vielmehr schon typische kleine Weisswale. Kopf und Schwanz weisen nur bei den jüngsten Stadien eine geringe Neigung zur Körperaxe auf und gehen continuirlich in den Rumpf über.

Das Wachsthum der einzelnen Körpertheile erfolgt proportional dem Längenwachsthum des Körpers, kleine Differenzen scheinen sich als sexuelle Unterschiede herauszustellen.

So z. B. finde ich die Maulspalte bei den weiblichen Embryonen verhältnismässig etwas grösser.

---

1) FLOWER, On the external characters of two species of british dolphins (Delphinus delphis L. and Delphinus tursio FABR.). Transact. of the Zoolog. Soc. London. Vol. XI. 1885. Tafel 1.

Die aus der Tabelle sich ergebenden Unterschiede in der Lagerung der Zitzen und Geschlechtsorgane sollen bei den speciellen Kapiteln behandelt werden, und ich möchte hier nur darauf aufmerksam machen, dass wie beim Narwal, so auch beim Weisswal die erste Anlage eines Rückenkammes deutlich sichtbar wird, von dem beim erwachsenen Thiere nichts mehr zu sehen ist.

Hyperoodon rostratus.

Die beiden Embryonen des Döglings, welche ich besitze, verdanke ich der Güte meines Freundes Professor G. A. Guldberg in Christiania. Der kleinere hat eine directe Länge von 15,8 cm. der grössere von 55 cm. Das kleinere Stadium zeigte die äussere Nasenöffnung noch näher an das Vorderende des Oberkiefers gerückt als das grössere. Die Verhältniszahlen zur Rückenlänge sind 1 : 7,3 und 1 : 5,4, letzteres entspricht ungefähr auch der Lage des Spritzlochs beim Erwachsenen (Fig. 17, Taf. XV, und Fig. 37, Taf. XVII).

Die anderen Körpertheile legen sich, wie eine Vergleichung ergiebt, proportional dem allgemeinen Längenwachsthum an.

An dem kleinen Embryo hatte es den Anschein, als ob sich an der Oberlippe Rudimente von 4 Haaren jederseits befänden, die microscopische Untersuchung ergab aber keine Sicherheit, ob es wirklich Haaranlagen sind, und die Heranziehung des grösseren Embryos von 66 cm. lieferte durchaus keine Anzeichen dafür.

Schon längst sind auf der Unterseite des Kopfes von *Hyperoodon* eigenthümliche Furchen bekannt. Eschricht[1]) erwähnt sie mit folgenden Worten: »Hinten, wo die beiden Seitenäste des Unterkiefers in dem Fleische und in der Specklage verborgen liegen, zeigt sich, ihre unteren Ränder entlang, eine scharf in der Haut eingeschnittene tiefe Furche. Ein ähnliches Furchenpaar findet sich etwas weiter zurück der Mittellinie näher. »In neuerer Zeit hat Turner[2]) wieder auf sie aufmerksam gemacht und nachgewiesen, dass sie auch bei anderen *Ziphioiden*, vielleicht auch bei *Physeter* vorkommen, so dass dieses Furchenpaar ein constantes Merkmal der *Physeteriden* bildet. Turner fährt dann fort: »The presence of these furrows is interesting on furnishing an approximation, in this family of whales, to the much more extensive and well known fluted appearence of the belly, seen in the Rorquals or Balaenopteridae.«

Auch Bouvier[3]) findet eine Aehnlichkeit dieser Furchen mit den Furchen der *Balaenoptera rostrata*.

Die Untersuchung meines kleinsten Embryos ergab mir nun, dass wir es nicht mit einem Furchenpaar, sondern mit vieren zu thun haben, welche nach der Spitze des Unterkiefers zu convergiren und sich in spitzem Bogen vereinigen. Die beiden vorderen Furchen sind sehr klein, die dritte ist die ansehnlichste und tiefste, sie ist es wohl auch, die den früheren Beschreibungen zu Grunde liegt; nach innen von ihr läuft jederseits eine schwache Parallelfurche, deren beide Aeste sich aber vorn nicht vereinigen. Beim grösseren Embryo hatte sich das dritte Furchenpaar sehr stark vertieft, die anderen waren nur sehr schwach sichtbar.

Dem Schlusse Turner's möchte ich unter keinen Umständen zustimmen, dass die Anwesenheit dieser Furchen die *Ziphioiden* den Furchenwalen nähert. Auf solche geringfügige äussere Aehnlichkeiten hin lässt sich keinerlei Rückschluss in Bezug auf Verwandtschaft ziehen.

Die beiden Abbildungen der Döglingsembryonen lehren uns ferner, wenn wir sie mit denen er-

---

1) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. 1849. p. 31.

2) Turner, On the occurrence of the bottle-nosed or beaked Whale (Hyperoodon rostratus) in the Scottish seas, with observations on its external characters. Proc. of the Roy. Phys. Soc. Edinburgh. 1885—86. Vol. IX. p. 37.

3) Bouvier, Observations sur l'Hyperoodon rostratus. Ann. des Sc. nat. 1892. p. 264.

wachsener Thiere vergleichen, dass die starke Hervorwölbung des Vorderkopfes und das damit eintretende scharfe Vorspringen der Schnauze ein secundärer Zustand ist. Bei den Embryonen ist noch nichts davon zu sehen, der Kopf flacht sich vielmehr nach der Schnauze zu ganz allmählich ab, ganz ähnlich, wie wir es bei den meisten Delphiniden finden.

Lange Zeit hatte die steil abfallende Stirn des *Hyperoodon* als ein characteristisches Merkmal gegolten, und Gray war dadurch sogar verleitet worden, einen besonders stark vorgewölbten Schädel einer neuen Species, *Hyperoodon latifrons*, später sogar einem neuen Genus, *Lagenocetus*, zuzurechnen. Bereits Eschricht zweifelte an der Richtigkeit dieser Anschauung und hielt den *H. latifrons* Gray's für ein altes Männchen von *Hyp. rostratus*, die volle Sicherheit brachte aber erst ein Bericht des Walfischfängers Capitän David Gray [1]), welcher constatirte, dass nur eine Art *H. rostratus* existirt, und dass deren Männchen durch starkes Wachsthum der Maxillen eine sehr hohe und vorspingende Stirn bekommen, wie es im Extrem der vermeintliche *H. latifrons* zeigt. Die jungen Männchen zeigen ebenfalls wie die Weibchen eine flachere Stirn. Bei letzteren scheint aber eine gewisse vom Alter unabhängige Variabilität zu herrschen, so beschreibt Bouvier [2]) ein weibliches Individuum, dessen Stirn mit dem Schnabel fast einen rechten Winkel bildete.

Diese Angaben stimmen sehr gut mit den vorliegenden Abbildungen der beiden Embryonen überein, und es lässt sich schon aus deren äusserer Körperform schliessen, dass die Vorfahren der *Hyperoodonten* delphinidenähnliche Wale gewesen sind, ein Schluss, der auch von anderer Seite her Unterstützung finden wird.

Zusammenfassung.

Fassen wir die Resultate unserer Betrachtung kurz zusammen, so zeigt sich, dass die Entwickelungsgeschichte der äusseren Körperform der Zahnwale uns einen trefflichen Beweis dafür liefert, dass deren Vorfahren landbewohnende, vierfüssige Säugethiere gewesen sind, und dass sie die einzelnen Merkmale, welche so characteristisch für diese Säugethierordnung sind, erst ganz allmählich und nach einander erworben haben. Zuerst verschwinden die Hinterextremitäten, dafür verbreitert sich der lange Schwanz durch zwei laterale Hautfalten. Die äusseren Nasenöffnungen rücken mehr scheitelwärts, die Vorderextremitäten umhüllen sich mit einer Schwimmhaut, die Abgrenzungen von Kopf, Brust und Schwanz werden undeutlich und verschwinden zuletzt, zugleich verändern diese 3 Körperregionen ihre ursprüngliche Lage zu einander und kommen in eine Axe zu liegen, es tritt ein dorsaler Hautkamm auf, aus dem sich die Rückenflosse differenzirt, ebenso wie aus den beiden lateralen Hautfalten des Schwanzes die Flügel der Schwanzflosse entstehen.

Bartenwale.

Wie die Tabellen, welche ich über die Maasse der Zahnwalembryonen gegeben habe, so sind auch die vorliegenden Zahlen nur von solchen Embryonen gewonnen worden, welche durch ihre gute Conservirung die Gewähr dafür boten, dass die Maasse leidlich genaue sind. Die Tabelle ist dadurch etwas zusammengeschrumpft und erstreckt sich nur auf 11 Embryonen, von denen nur einer (No. 2) dem Hamburger naturhistorischen Museum gehört, während sämmtliche andere von mir erworben worden sind. Ich habe darauf verzichtet, von anderen Embryonen, welche irgendwie gelitten haben, einzelne gute Maasse in die Tabelle einzufügen, doch werde ich solche Maasse bei der Besprechung der Entwickelung einzelner Organe benutzen.

1) David Gray, Notes on the characters and habits of the bottlenose Whale. Proc. Zool. Soc. London. 1882. p. 726.
2) E. L. Bouvier, Observations sur l'Hyperoodon rostratus. Annales des Sciences nat. Tome 13. 1892. p. 263.

	Angabe der Maasse	1 Balaenoptera rostrata ♂	2 Balaenoptera rostrata ♀	3 Balaenoptera musculus ♂	4 Balaenoptera musculus ♀	5 Balaenoptera musculus ♀
1	Directe Körperlänge	17,2	37,2	59	63	64
2	Länge über den Rücken	20,1	49,5	64,8	70	70,5
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	2,3	6	8	9,5	8,4
4	Nasenöffnung — Scheitel	2	5	5	5,5	5,3
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse	10,1	23	33	36	36,3
6	Länge der Basis der Rückenflosse	1	2,5	2	2,5	2,5
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	4,7	13	16,8	16,5	18
8	Länge in der Seitenlinie	18,5	40	61,2	65,6	64,5
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	3,4	8	10,7	13,4	13,5
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	2,2	2	5,5	5,2	5,5
11	Länge der Basis der Brustflosse	1,1	3	2	3,5	3
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	10,8	27	43	43,5	42,5
13	Länge in der Bauchlinie	17,5	37,5	61,8	63,4	65,7
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	9,8	20,5	31,8	32,5	31,5
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	1,8	5,4	6,5	8,6	9,6
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	0,35	—	1,8	—	—
17	Geschlechtsorgan — After	0,9	0,7	4	1,3	1,4
18	After — Schwanzende	4,6	10,9	19,5	21	23,2
19	Körperumfang über dem Scheitel	10	26,5	27	31,7	32,5
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	8,7	25	24	26,5	28,8
21	Körperumfang in der Nabelgegend	10,7	24	24	26	28
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend	6,4	15	10	16	15
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	2,4	8	9,5	17	17,8
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	2,8	10	12	14	14,2
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	2,2	5,8	6	6,5	—
26	Grösste Breite der Brustflosse	0,8	2,2	1,7	1,9	—
27	Höhe der Rückenflosse	0,2	1,7	0,8	1,3	—
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	2,5	11,3	10	12	10
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	3	11,8	10	12,2	10,1
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	1,8	3,8	4,5	4,2	4,6

	Angabe der Maasse	6 Balaenoptera musculus ♂	7 Balaenoptera musculus ♂	8 Balaenoptera musculus ♂	9 Balaenoptera musculus ♂	10 Balaenoptera musculus ♀	11 Balaenoptera Sibbaldii ♀
1	Directe Körperlänge	61	76	103	104	121	80
2	Länge über den Rücken	74	81,6	117,5	119,5	138,8	90,5
3	Oberkieferspitze — äussere Nasenöffnung	11	12	15	16,5	17,8	12,5
4	Nasenöffnung — Scheitel	8	5,7	8,5	9,5	10	7
5	Scheitel — Vorderrand der Rückenflosse	34	41,6	59,5	58,5	65,5	45
6	Länge der Basis der Rückenflosse	2,5	2,7	4,3	4	5,7	3
7	Hinterrand der Rückenflosse — Schwanzende	18,5	19,6	30	31	40,8	23
8	Länge in der Seitenlinie	65	82,4	101,2	113,7	126,5	82,8
9	Unterkieferspitze — Mundwinkel, längs des Unterkiefers	12,5	16,5	20,2	23	24,5	18
10	Mundwinkel — Vorderrand der Brustflosse	2,5	7,4	9,5	9,7	9,5	6,8
11	Länge der Basis der Brustflosse	3,5	3,5	4,2	4,5	6	4
12	Hinterrand der Brustflosse — Schwanzende	7	55	67,5	76,5	86,5	54
13	Länge in der Bauchlinie	62	76,1	108,4	108,8	126,7	85,7
14	Unterkieferspitze — Nabelmitte	30	42,5	50	57,5	68	44
15	Nabelmitte — äusseres Geschlechtsorgan	7	8,5	10,2	11,3	16,5	12
16	Hinterer Penisrand — Zitzenrudimente	1,4	2,1	2	3,2	—	—
17	Geschlechtsorgan — After	4	4,6	7,2	7	3	2,7
18	After — Schwanzende	21	20,5	31	33	39,2	24,6
19	Körperumfang über dem Scheitel	29	35	49	50	57	45
20	Körperumfang über dem vorderen Brustflossenansatz	29	34	47	47	61	42
21	Körperumfang in der Nabelgegend	31	32,8	45,5	46,8	57,5	42
22	Körperumfang in der Rückenflossengegend	15	16	25	29,5	32	23,5
23	Breite des Oberkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	12	14,5	27	28	28	14
24	Breite des Unterkiefers, von den Mundwinkeln über die Aussenfläche gemessen	15	20	25	26	31	21
25	Länge der Brustflosse vom distalen Ende des Humerus zur Spitze	7,5	8,5	11,2	10,8	13	9,5
26	Grösste Breite der Brustflosse	2,2	2,3	2,8	3,2	4	2,8
27	Höhe der Rückenflosse	1,4	2	2,1	3,8	4	1,8
28	Schwanzflossenbreite direct gemessen	12,6	14	22	26	26	18
29	Schwanzflossenbreite längs des hinteren Flossenrandes	12,6	14,2	22,5	27	28	18,2
30	Längsdurchmesser der Schwanzflosse vom oberen Ansatz der Flügel zum Schwanzende	5	4,9	8	7,9	10	6

Die Feststellung der äusseren Körperform innerhalb einzelner Arten.

Balaenoptera musculus.

Ziehen wir zunächst die Zahlen über die acht angeführten Embryonen von *Balaenoptera musculus* heran, so ergiebt sich ohne weiteres, dass wir sie nicht mehr zur Feststellung entwickelungsgeschichtlicher Thatsachen gebrauchen können, dazu sind die Embryonen bereits viel zu entwickelt. Dennoch haben die Zahlen einen gewissen Werth, da sie uns zeigen, welchen Grössenschwankungen die einzelnen Organe bei verschiedenen Individuen einer Art unterworfen sind. So liegen die äusseren Nasenöffnungen von der Oberkieferspitze in sehr verschiedenen Entfernungen, die zwischen den beiden folgenden Proportionen zur gesammten Rückenlänge liegen: 1 : 6,7 und 1 : 8,4. Dabei spielt die verschiedene Grösse der Embryonen allem Anschein nach gar keine Rolle. Etwas constanter ist die Grösse des Unterkiefers, sie beträgt im Verhältnis zur gesammten Seitenlänge des Körpers ungefähr 1 : 5, und nur der kleinste Embryo zeigt eine etwas geringere Grösse des Unterkiefers 1 : 5,7. Die angegebenen Werthe über den Körperumfang zeigen uns, dass die schlanke Form, welche die erwachsenen Finwale auszeichnet, schon den Embryonen zukommt.

Die Lage der Rückenflosse ist im Allgemeinen eine ziemlich constante, sie liegt im Beginn des hinteren Viertels der Rückenlänge (genauer 1 : 3,9 bis 1 : 4,2), nur der grösste Embryo zeigt ein etwas anderes Verhältnis, nämlich 1 : 3,4. Die Rückenflosse liegt also hier beträchtlich weiter hinten. Es scheint dies aber eine Ausnahme zu sein, da auch bei den erwachsenen Thieren nach den Angaben verschiedener Autoren die Rückenflosse im Beginn des hinteren Viertels der Rückenlinie liegt.

Die Länge der Brustflosse ist sehr gering, ihr Verhältnis zur directen Körperlänge schwankt zwischen 1 : 9 und 1 : 9,8, und diese Angaben stimmen auch mit Angaben bei den Erwachsenen überein, nur bei dem eigentümlich umgebildeten Embryo No. 6 ist das Verhältnis etwas geringer, nämlich 1 : 8,1, die Brustflosse also verhältnismässig gross im Vergleich zur Körperlänge.

Auffällige Schwankungen weist die Ausbildung der Schwanzflosse auf. Ihre Breite variirt im Verhältnis zur Körperlänge sehr bedeutend, doch im Allgemeinen so, dass die kleineren Embryonen eine weniger ausgebildete Schwanzflosse besitzen als die grösseren; die Extreme sind 1 : 6,4 und 1 : 4, auf die directe Körperlänge bezogen.

Es lässt sich daraus der Schluss ziehen, dass die Ausbildung der Schwanzflosse, respective deren Breitenwachsthum noch in späte Embryonalzeit hineinreicht, ein weiterer Beweis für die Annahme, dass die Schwanzflosse ein phylogenetisch erst spät erworbenes Organ darstellt. Beim Erwachsenen scheint die Schwanzflossenbreite zur Körperlänge im Allgemeinen in einem Verhältnis von 1 : 5 zu stehen.

Ganz das Gleiche lässt sich von der Rückenflosse behaupten; deren Höhenwachsthum in dem zwischen dem kleinsten und dem grössten Embryo liegenden Zeitraum ganz beträchtlich zunimmt. Im kleinsten Stadium verhielt sich die Höhe der Rückenflosse zur Körperlänge wie 1 : 73, im grössten wie 1 : 30. Es folgt daraus, dass die Rückenflosse mehr als doppelt so schnell in die Höhe wächst als die Körperlänge. Dementsprechend wächst auch die Basis der Rückenflosse etwas schneller als die Länge des gesammten Thieres. Beim kleinsten Embryo ist das Verhältnis beider 1 : 29, beim grössten 1 : 21. Es ist also auch hier ein schnelleres Wachsthum zu constatiren, wenn auch nicht in dem Maasse, wie bei der Höhe der Rückenflosse.

Ueber die Lage des Geschlechtsorganes ist zu berichten, dass bei den männlichen Embryonen eine Verlagerung, wie wir sie bei Zahnwalen kennen, nicht eintritt. Das Verhältnis der Entfernung des Geschlechtsorganes zum After bleibt stets dasselbe, 1 : 15, auf die directe Körperlänge bezogen.

Beim weiblichen Geschlecht scheint die zwischen Geschlechtsöffnung und After liegende Region etwas schneller zu wachsen, die Entfernung ist beim kleineren Embryo (No. 5), auf die directe Körperlänge bezogen, 1 : 53, beim grössten Embryo (No. 10) 1 : 40.

Zweifellos sind die jüngsten Stadien dieser Species, welche ich besitze, bereits viel zu gross, um entwickelungsgeschichtliche Thatsachen an ihnen aufzufinden, es sind eben schon wohlausgebildete Bartenwale, sie haben aber vom allgemein morphologischen Gesichtspunkte aus Interesse, da sie die Gestalt des erwachsenen Wales in getreuer Verkleinerung zeigen und können also zur schärferen Characteristik der Art verwandt werden.

Eine Speciesdiagnose von *Balaenoptera musculus* hat also zu enthalten, dass der Körper sehr schlank und langgestreckt ist und hinter dem Nabel an Umfang plötzlich stark abnimmt, sich dann aber bis zur Schwanzwurzel fast gleich bleibt. Die Rückenflosse liegt im Beginn des letzten Viertels der Rückenlänge. Die Brustflossenlänge ist verhältnismässig gering, sie beträgt $^1/_9$ bis fast $^1/_{10}$ der Körperlänge. Die Grösse der Schwanzflosse schwankt um $^1/_5$ der Körperlänge.

In allen Körpermaassen macht sich eine ziemlich bedeutende Variabilität geltend, und es kann daher (wie Exemplar 6 zeigt) zur Bildung ganz abweichender Formen kommen (Fig. 48 u. 50, Taf. XIX).

Balaenoptera Sibbaldii.

Es stand mir nur ein Embryo (No. 11) zu Gebote, den ich zu dieser Art rechne (Fig. 49, Taf. XIX), und es ist daher nicht möglich, mit Sicherheit Schlüsse aus den angegebenen Maassen zu ziehen, ich will hier nur ein paar Verhältniszahlen geben, welche darlegen, dass wir es hier auch wirklich mit einem Embryo dieser Species zu thun haben. Die Lage der Nasenöffnungen bietet gegenüber der vorigen Species nichts Neues. Das Verhältnis der Entfernung der Oberkieferspitze und Nasenöffnungen zu der gesammten Rückenlänge ist 1 : 7,2. Wohl aber tritt hier eine besondere Bildung auf, die nur *Balaenoptera Sibbaldii* in diesem Maasse zukommt, nämlich eine vor den Nasenlöchern liegende Erhöhung, sowie ein längs der Mittellinie des Oberkiefers verlaufender Kiel. Ausserdem ist der Oberkiefer verhältnismässig breiter als bei voriger Art.

Der Körper ist gedrungener als der des Finwales. Bei letzterem ist das Verhältnis des Körperumfangs in der Scheitelregion zur directen Länge stets 1 : 2,1, bei unserem Embryo von *Balaenoptera Sibbaldii* aber 1 : 1,8. Ebenso ist letzterer Embryo in der Brust- und Nabelregion dicker, in letzterer ist das Verhältnis 1 : 1,9, bei *Balaenoptera musculus* 1 : 2,1 bis 1 : 2,4.

Beim erwachsenen Blauwal ist die Maulspalte sehr gross, sie ist nur $4^1/_2$mal in der Totallänge enthalten. Dies stimmt auch beim Embryo, hier verhält sich die Unterkieferlänge zur Länge in der Seitenlinie wie 1 : 4,6, während sie beim Finwal geringer war und etwa $^1/_5$ der Seitenlänge betrug.

Characteristisch ist ferner die Grösse der Brustflosse, welche beim Erwachsenen $^1/_7$ der Körperlänge ausmacht; beim Embryo ist das Verhältnis anscheinend ein etwas anderes, 1 : 8,4, indessen ist zu berücksichtigen, dass vorliegendem Maasse nicht die ganze Länge der Brustflosse, sondern nur die Entfernung von der Spitze zum distalen Ende des Humerus zu Grunde liegt. Auf jeden Fall aber ist dieses Maass beträchtlich grösser als bei *Balaenoptera musculus*.

Beim erwachsenen Blauwal liegt die Rückenflosse im Beginn des letzten Viertels der Rückenlänge. Dasselbe ist beim Embryo der Fall. Auch die geringe Höhe der Rückenflosse kommt schon beim Embryo zum Ausdruck, sie beträgt $^1/_{44}$ der Körperlänge, bei einem ungefähr gleich langen Finwalembryo $^1/_{38}$.

Die Lage der Geschlechtsöffnung des weiblichen Exemplars ist ebenfalls ein wenig verschieden von der beim Finwal, indem die Entfernung vom After eine grössere ist als bei letzterem Das Verhältnis der Schwanzflossenbreite zur Körperlänge ist 1 : 4,4, also so ziemlich dasselbe wie bei den Finwalembryonen. Schlüsse auf die Breite der Schwanzflosse des erwachsenen Blauwals lassen sich aber daraus nicht ziehen, da, wie wir gesehen haben, die Wachsthumsvorgänge in der Schwanzflosse in dieser Embryonalzeit noch nicht abgeschlossen sind.

Während, wie wir gesehen haben, besonders die Maasse für eine Zugehörigkeit zu *B. Sibbaldii* sprechen, sind die Carpalverhältnisse andere, als wir sie beim Blauwal gewöhnlich finden und gleichen denen vom Finwal. Wir haben also eine zwischen beiden Species stehende Mittelform vor uns, eine Annahme, welche durch die Beobachtung erwachsener Zwischenformen eine Stütze zu finden scheint.

Balaenoptera rostrata.

Auf diese Species gehe ich nur kurz ein, da mein Material für eingehendere Untersuchungen nicht ausreicht. Das kleinere Exemplar (Fig. 44, Taf. XVIII) zeigt noch mancherlei Embryonal-Charactere. So ist noch die Andeutung einer Abgrenzung von Kopf und Rumpf vorhanden, Schwanzflosse und Rückenflosse stehen in ihrer ersten Anlage. Die embryonalen Krümmungen sind freilich schon vollkommen geschwunden.

Die Form des Kopfes ist der des Erwachsenen durchaus unähnlich. Der Stirntheil ist stark gewölbt und bildet mit der kurzen Schnauze einen vorspringenden Winkel.

Die gesammte Körperform ist weniger schlank als beim Finwal, das Verhältnis des Scheitelumfangs zur Körperlänge ist beim jüngeren Embryo 1 : 1,72, beim älteren sogar nur 1 : 1,5, in der Nabelgegend 1 : 1,6. Es ergiebt sich durch Vergleichung mit den entsprechenden Verhältniszahlen bei *Balaenoptera musculus* und *B. Sibbaldii*, dass *Balaenoptera rostrata* einen bedeutend grösseren Körperumfang hat.

Die Entfernung der äusseren Nasenöffnung von der Oberkieferspitze ist beim kleinsten Embryo, im Verhältnis zur Rückenlänge 1 : 8,7, beim grösseren 1 : 8,2 und beim Erwachsenen[1]) 1 : 7,5. Es nimmt also noch in diesen verhältnismässig weit entwickelten Embryonalstadien die Verlagerung der Nasenöffnungen scheitelwärts zu.

Demgemäss wachsen auch die Kiefer noch in dieser Periode etwas schneller, als es die Körperlänge thut. Beim kleinsten Embryo ist das Verhältnis des Unterkiefers zur Körperlänge 1 : 5,4 beim grösseren sowie beim Erwachsenen 1 : 5 (Fig. 43, Taf. XVIII). Die Lage der Rückenflosse ist dieselbe wie bei den anderen beschriebenen *Balaenopteriden*, ihr Hinterrand beginnt beim Erwachsenen mit dem letzten Viertel der Rückenlänge, beim kleinsten Embryo ist die Entfernung etwas grösser, 1 : 4,3, beim grösseren Embryo dagegen etwas kleiner, 1 : 3,8. Es variirt also entweder die Lage der Rückenflosse beträchtlich, oder aber, was wahrscheinlicher ist, der hintere Theil des Körpers wächst in dieser Embryonalperiode noch etwas stärker. Damit stimmen auch die Verhältniszahlen der Entfernung des Afters und des Schwanzendes zur Länge in der Bauchlinie überein, beim kleineren sind sie 1 : 3,8, beim grösseren dagegen 1 : 3,3. Es ist diese Strecke also bei letzterem beträchtlich in die Länge gewachsen.

Diese Erscheinung, dass der hintere Körpertheil in späterer Embryonalzeit noch in die Länge wächst, wird sich auch bei den Embryonen anderer Bartenwale nachweisen lassen, mein Material war indessen dafür schon zu weit entwickelt.

In die zwischen meinen beiden Embryonen von *B. rostrata* liegende Periode fällt übrigens auch die

1) Nach Turner, The lesser Rorqual (*Balaenoptera rostrata*) in the Scottish seas, with observations on its anatomy. Proceed. Roy. Soc. Edinburgh. 1892. p. 50.

vollkommene Ausbildung von Schwanz- und Rückenflosse. Beim kleineren sind die Schwanzflossenflügel noch in der Bildung begriffen, die Entfernung ihrer äussersten Endpunkte verhält sich zur directen Körperlänge wie 1 : 6,9, dagegen wie 1 : 3,3 beim grösseren Embryo. Beim Erwachsenen ist sie wieder ein wenig kleiner, 1 : 3,8. Noch auffälliger ist das Verhältnis im Wachsthum der Rückenflosse. Die Proportionen sind hier 1 : 86 beim kleinsten, und 1 : 22 beim grösseren Embryo, so dass also in dieser Zeitperiode die Rückenflosse um das Vierfache an Höhe zugenommen hat.

Weiter gedenke ich die vergleichende Besprechung der äusseren Körperform der Bartenwale nicht zu führen, da es mir vollkommen klar geworden ist, dass endgültige Resultate erst an einem viel grösseren Materiale zu erlangen sein werden, als es mir zur Verfügung steht. Besonders erschwert wird die Aufstellung fester Charactere durch die grosse Variabilität, welche sich, unabhängig von der Entwickelungsstufe, bei den mir vorliegenden Embryonen zeigt. Das Wenige, was sich aus meinen Untersuchungen für die Entwickelungsgeschichte der äusseren Körperform der Bartenwale ergiebt, zeigt, dass letztere durchaus den parallelen Weg eingeschlagen haben wie die Zahnwale. Nur scheint es, als ob die wesentlichen Eigenschaften der Cetaceennatur, wie Schwanzflosse, Rückenflosse etc., sich etwas später entwickelten als bei den Zahnwalen. Doch ist auch darüber ein abschliessendes Urtheil nicht zu fällen, sondern es muss die Untersuchung viel jüngerer Stadien abgewartet werden, als die, welche in meinem Besitze sind.

Etwas möchte ich indes schon jetzt aussprechen, dass nämlich keinerlei Anzeichen sich dafür ergeben haben, dass die Bartenwale und die Zahnwale in ihren frühesten Stadien einander sich nähern. Sie nähern sich nur dem allgemeinen Typus von Säugethierembryonen, aber schon die kleinsten Zahnwalembryonen zeigen in den wesentlichen Punkten, so z. B. der Verschmelzung der äusseren Nasenöffnungen, dieselbe Kluft gegenüber den Bartenwalembryonen, welche die erwachsenen Zahnwale und Bartenwale von einander trennt.

Kapitel V.

Bau und Entwickelung der äusseren Organe.

1. Hautbedeckung.

In dem ersten Kapitel des ersten Bandes dieser Untersuchungen hatte ich die Haut der Cetaceen behandelt und dabei das Hauptgewicht auf die histologische Structur gelegt, in diesem Abschnitte soll nun weniger eine Fortführung des ersten Kapitels angestrebt werden als eine Untersuchung der Hautbedeckung der Cetaceen von mehr phylogenetischem Standpunkte aus. Einige Nachträge zu den Untersuchungen über histologische Structur sollen ebenfalls hier Platz finden.

Ueber Rudimente eines Hautpanzers bei Zahnwalen.

Eine höchst eigenthümliche Differenzirung der Hautbedeckung der Zahnwale hatte ich bei einer Form beschrieben [1]), welche dem Braunfische nahe steht und in indischen und chinesischen Flüssen lebt. Es ist dies die *Neomeris phocaenoides*, von der mir ein Embryo, sowie die getrocknete Haut eines erwachsenen Thieres zur leider nur oberflächlichen Untersuchung stand. J. A. Murray [2]) lieferte die erste kurze Beschreibung der Haut, nachdem schon lange vorher Temminck [3]) eine Abbildung von ihr gegeben hatte. Die vorliegende Species, welche er als *Neomeris kurrachiensis* bezeichnete, die aber nach Fr. W. True [4]) eine *N. phocaenoides* ist, wies folgendes Verhalten auf: »Back with a longitudinal band of spinous tubercles in the vertebral area, beginning nearly opposite the root of the pectoral, widening to 1,5 inch about the middle, and again contracting and ending narrowly opposite in line with the vent«. Die von mir gelieferte Beschreibung der im Londoner Natural History Museum aufbewahrten Objecte zeigte, dass wir beim erwachsenen Thiere auf dem Rücken eine ansehnliche Reihe von aneinander stossenden rechteckigen Hautplatten mit jedesmaligem darauf stehenden Tuberkel vor uns haben, während beim Embryo statt der Platten deutlich ausgeprägte Tuberkel den grössten Theil des Rückens bedecken. Eine eingehende Beschreibung dieser Hautgebilde habe ich bereits in einem früheren Aufsatz [5]) gegeben und ich will hier nur auf die Abbildungen verweisen, welche diese Verhältnisse veranschaulichen (s. Taf. XVI, Fig. 24 u. 25).

Leider vermochte ich an diesen Objecten keine microscopische Untersuchung anzustellen, um das Verhalten der Cutis zu diesen Hautbildungen festzustellen, doch möchte ich zu bedenken geben, dass vor-

1) Siehe Anat. Anzeiger. 1890. p. 237, sowie Jenaische Zeitschrift. 1892. p. 487.

2) J. A. Murray, A contribution to the knowledge of the marine fauna of Kurrachee. Annals and Magazine of Natural History. Vol. XIII. 1884. p. 352.

3) Temminck, Fauna japon. Mamm. marin. 1850.

4) Fr. W. True, A Review of the family Delphinidae. Bull. Un. Stat. Nat. Mus. 1889. p. 115.

5) Anat. Anzeiger. 1890 p. 237.

liegende Bildungen nur noch die letzten Reste einer ehemaligen Differenzirung der Haut vorstellen, und dass sehr wohl eine Betheiligung der Cutis, die einstmals stattgefunden haben kann, bei diesen Rudimenten unterbleiben kann; am ehesten wird sie sich noch beim Embryo nachweisen lassen, dessen Tuberkeln sich sehr distinct von der Unterlage abheben und immerhin eine verhältnismässig ansehnliche Grösse besitzen.

Für den stark rückgebildeten Zustand dieser Hautdifferenzirung spricht auch die anscheinende Variabilität. Den vier von TEMMINCK, MURRAY und mir erwähnten Fällen stehen drei andere von mir beobachtete gegenüber (ein Exemplar im Londoner, zwei im Pariser Museum), bei denen eine derartige Hautbedeckung nicht nachzuweisen war. Doch ist zu erwägen, dass die drei letzteren Exemplare in ausgestopftem Zustande vorliegen, und dass durch die Präparation und besonders die Lackirung der Haut etwaige derartige Bildungen leicht unsichtbar gemacht werden können.

Auch bei der nahe verwandten *Phocaena communis* sind ähnliche Bildungen, freilich in noch viel weiter reducirtem Zustande vorhanden, und zwar sowohl bei *Phocaena communis*, wie bei einer südamerikanischen Art, der von BURMEISTER[1]) beschriebenen *Phocaena spinispinnis*, bei welcher drei Reihen Tuberkeln auf dem vorderen Rande der langsam ansteigenden Rückenflosse entlang ziehen: »some small spines beginn in the middle of the back, at the distance of 25 cm., in front of the fin, as a single line of moderate spines; but soon another line begins on each side, so that in the beginning of the fin there are already three lines of spines. These three lines are continued over the whole rounded anterior margin of the fin, and are augmented on both sides by other small spines irregularly scattered, so that the whole number of spine-lines in the middle of the fin is five«.

Auf die Tuberkeln der Rückenflosse von *Phocaena communis* machte zuerst GRAY[2]) aufmerksam, der diese Bildungen, welche er zunächst nur an einem Exemplar vorfand, für so characteristisch hielt, dass er eine neue Art *Ph. tuberculifera* darauf gründete. Erst später erkannte man, dass es eine allen Braunfischen zukommende Eigenthümlichkeit sei. An einem mir vorliegenden Fötus von *Phocaena communis* von 55,9 cm. Länge sehe ich auf dem vorderen Rande der Rückenflosse ca. 25 wohl ausgebildete Tuberkel in einer Reihe sitzen, die sich schon durch ihre geringere Pigmentirung von der dunkleren Haut abheben. Noch an einer anderen Stelle finde ich derartige Hautbildungen wieder, nämlich an den Vorderrändern der Schwanzflossenflügel, auch hier sitzen sie in einer Reihe, jederseits etwa 30 an der Zahl. Ganz undeutlich ausgeprägt sind sie auch am Vorderrande der Brustflossen vorhanden. Ein zweiter, etwas grösserer Embryo von 68 cm. Länge zeigte ganz dieselben Bildungen an denselben Stellen.

An zwei ganz frischen Exemplaren erwachsener Braunfische, welche mir Herr Professor M. FÜRBRINGER mit der grössten Liberalität zur Untersuchung überliess, konnte ich diese Hautbildungen eingehender studiren. Die Tuberkel, welche sich sehr deutlich abheben, sind auf den oberen Theil des Vorderrandes der Rückenflosse beschränkt und finden sich in geringer Anzahl hinter einander liegend vor; nur ein Paar sind etwas zur Seite abgewichen. Beim Weibchen von 128 cm. Rückenlänge sind es 12 solcher Erhebungen, die sich durch Befühlen als harte, rauhe Gebilde kundgeben. Ihr Bau ist etwa folgender. Auf einer länglichen, rauhen Platte von elliptischer Gestalt und etwa 5 mm. Längsdurchmesser erhebt sich der eigentliche Tuberkel ein paar Millimeter in die Höhe (s. Fig. 26, Taf. XVI). Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man, dass seine Oberfläche viele kleine Erhöhungen aufzuweisen hat (s. Fig. 27, Taf. XVI), und ebensolche, aber viel kleinere Erhöhungen finden sich auf der zur Basis dienenden Platte. Sie sind es, welche das rauhe Aussehen verursachen.

---

1) BURMEISTER, Description of a new species of Porpoise in the Museum of Buenos Ayres. Proc. Zool. Soc. 1865. p. 288.
2) JOHN E. GRAY, Notice of a new species of Porpoise (*Phocaena tuberculifera*) inhabiting the mouth of the Thames. Proceed. Zool. Soc. London. 1865. p. 518 ff.

Mein nächster Gedanke war, eine Probe anzustellen, ob sich vielleicht Kalk in diesen Gebilden vorfände, ich legte deshalb kleine Stückchen davon in concentrirte Salzsäure, that zur Controle ein anderes Stückchen der Rückenflossenhaut, welches diese Erhöhungen nicht besass, hinzu und beobachtete unter der Lupe eine sofortige Gasentwickelung auf der Oberfläche des Tuberkels, während das andere Hautstück nichts davon aufzuweisen hatte. Damit ist der Beweis geliefert, dass sich Kalk in den Gebilden vorfindet. Nachdem die Anwesenheit von Kalk in diesen Gebilden festgestellt war, ging ich dazu über, die Art der Einlagerung genauer festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden durch ein paar Tuberkel der Rückenflosse Flächenschnitte angefertigt, und unter dem Microscop die Einwirkung von concentrirter Salzsäure auf jeden dieser Schnitte verfolgt. Dabei ergab sich zunächst, dass in den oberflächlichsten Schnitten keine Gasentwickelung stattfand, dass diese aber immer stärker wurde, je tiefer die Schnitte gelegt waren, bis zu der über dem Fettgewebe liegenden rein bindegewebigen Schicht; im Fettgewebe fand keinerlei Gasentwickelung statt. Ferner zeigte sich aber auch mit voller Sicherheit, dass die Gasbläschen niemals aus der Epidermis, sondern stets aus den Querschnitten der Cutispapillen austraten, besonders stark an deren unterem Ende. Der Kalk ist demnach ausschliesslich der Cutis eingelagert. Dass wir hier wirklich Kalk vor uns haben, stellte ich durch eine weitere Probe fest. Nach beendigter Gasentwickeludg wurde der Tropfen concentrirter Salzsäure, mit welcher der Schnitt betupft worden war, eingedampft, der Rückstand in einem Tropfen dest. Wassers zur wasserhellen Auflösung gebracht, und in die Mitte des Tropfens ein Körnchen kohlensauren Natrons eingebracht. Sofort bildete sich um dieses herum ein weisslicher Hof, der unter dem Microscop fein-krystallinische Structur zeigte, sich durch Hinzufügen von einem Tropfen Salzsäure wieder auflöste, und sich so als Kalk auswies.

Genauere microscopische Untersuchung zeigte mir, dass wesentliche Veränderungen an diesen Hautstellen vorgegangen waren, auf welche ich etwas näher eingehen möchte. M. Weber [1]), welcher ganz neuerdings sich mit der Entwickelung von Schuppengebilden bei Säugethieren beschäftigt hat, kommt auch auf die Tuberkel der Rückenflosse von *Phocaena* zu sprechen: »Histologische Untersuchung eines Exemplares ergab mir aber keine Betheiligung der Lederhaut, welche nöthig ist, will man von »Schuppen« sprechen.«

Meine eigenen Untersuchungen führten mich zu anderen Ergebnissen. Weber hat vollkommen Recht, wenn er dem erwachsenen Thiere eine Betheiligung der Cutis an der Tuberkelbildung abspricht Folgende Erwägung spricht schon dafür: Repräsentiren die Tuberkel wirklich Reste von einer ehemaligen. Schuppen- resp. Panzerbedeckung, so muss diese Bedeckung den landbewohnenden Vorfahren der Zahnwale zu eigen gewesen sein und ist, als letztere durch das Leben im Wasser sich umformten, bis auf wenige Reste geschwunden. Mit dieser Umformung veränderte sich der Aufbau der Haut ganz bedeutend. Vor allem kam es zur Ausbildung jener characteristischen, ausserordentlich langen, schmalen Cutispapillen, die ich bereits im ersten Kapitel genauer beschrieben habe, und welche als gewissermaassen secundäre Bildungen anzusehen sind, die den landbewohnenden Vorfahren noch fehlten. Mit der Entstehung jener langen Papillen musste sich aber naturgemäss das Oberflächenbild der Cutis vollkommen verändern, und es können daher, auf unseren speciellen Fall angewendet, die ursprünglichen Papillen, welche eventuell zur Bildung von Schuppen beigetragen haben, beim erwachsenen Thiere gar nicht mehr existiren. Es wäre nur die eine Möglichkeit vorhanden, dass sich bei Embryonen, welche die Bildung jener secundären Papillen erst in ihren ersten Anfängen zeigen, vielleicht noch Reste jener ursprünglichen Papillen finden werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus untersuchte ich die Rückenflosse an Embryonalstadien von *Phocaena* und fand in der That die gesuchten primären Cutispapillen auf.

1) M. Weber, Beiträge zur Anatomie und Entwickelung des Genus Manis, in Zoolog. Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ostindien. 1891. p. 20.

Es erscheint ganz auffällig, dass das Wachsthum der secundären Papillen erst in ein spätes Embryonalstadium fällt, und ist sicherlich als ein embryologischer Beweis dafür aufzufassen, dass diese Papillen, phylogenetisch gesprochen, erst spät erworben worden sind. An einem Embryo von 55,9 cm. Rückenlänge waren sie noch sehr klein, während sie bei einem nur wenig grösseren Embryo von 68 cm. Länge um das Doppelte gewachsen waren, beim erwachsenen Thiere hingegen mindestens die vierfache Länge erreichten.

Bei beiden Embryonen nun fand ich, als ich Längsschnitte durch die Rückenflosse anfertigte, dass unter den Tuberkeln der Epidermis genau entsprechende breite Papillen der Cutis lagen. Noch kann man in diesen Stadien von einer Cutis sprechen, als einer dünnen, aber distincten bindegewebigen Schicht unter der Epidermis, bis in welche die Fettzellen der darunter liegenden Speckschicht nicht hineinreichen. Fig. 31 und 32 auf Tafel XVI geben ein Bild von diesen Verhältnissen wieder.

Während in beiden embryonalen Stadien die Hornschicht noch die Tuberkel überkleidete, waren beim erwachsenen Thier histologische Veränderungen eingetreten, deren wichtigste der fast völlige Verlust der Hornschicht an diesen Stellen, sowie eine eigenthümliche Differenzirung der darunter liegenden, von den langen secundären Papillen durchsetzten Epithelschicht waren. Die Differenzirung besteht darin, dass sich eine obere, ganz dunkel pigmentirte Lage von einer unteren helleren unterscheiden lässt; ich werde sie in Folgendem kurz als schwarze und als helle Schicht bezeichnen. Die secundären Papillen, welche nunmehr sehr lang geworden sind, gehen von der Cutis, der obersten bindegewebigen Lage der Speckschicht, radial nach aussen, an ihrem unteren Theile umgeben von stark pigmentirtem Rete Malpighi. Die Pigmentirung lässt nach im mittleren Theile, tritt aber ganz plötzlich ausserordentlich intensiv wieder auf in der obersten Schicht, die dadurch ganz schwarz gefärbt wird und sich aufs schärfste von der darunter liegenden unterscheidet. Die Papillen setzen sich in dieser schwarzen Schicht bis unter die Oberfläche hin fort. Die Hornschicht, welche an beiden Seiten der Rückenflosse stark entwickelt ist, geht in der Region der Tuberkeln völlig verloren, bis auf ein paar vereinzelte flache Zellen, welche der Oberfläche aufsitzen. Sehr auffällig ist es, dass an dem Uebergang in die obere, schwarze Schicht die Richtung der seitlichen Papillen sich plötzlich etwas verändert; vom Grunde aus radial ausstrahlend, nehmen sie in der schwarzen Schicht eine mehr senkrechte Lage an.

Von primären Cutispapillen, wie wir sie bei Embryonen beschrieben haben, kann in Folge der starken Entwickelung der secundären Papillen, welche jede Spur verwischt haben, keine Rede mehr sein, und ich habe daher, ebensowenig wie Weber, beim Erwachsenen etwas davon gefunden. Um so mehr war ich aber überrascht, als ich nach Anfertigung von Querschnitten durch diesen Theil der Rückenflosse fand, dass sich jedesmal unter einem Tuberkel eine papillenartige Einstülpung der helleren Schicht in die schwarze Schicht fand (s. Fig. 29, Taf. XVI), während an Querschnitten, welche zwischen zwei Tuberkel gelegt waren, nichts davon zu sehen war (Fig. 30, Taf. XVI).

Zur Erklärung dieser auffallenden Thatsache ziehe ich wieder die Verhältnisse bei Embryonen heran. Ich glaube nämlich, dass die obere schwarze Lage, welche wir beim Erwachsenen. und nur an dieser Stelle antreffen, der gesammten Epidermis der Embryonen bis zu ihrer Geburt entspricht, die unter dem Tuberkel liegende Einbuchtung die Einstülpung repräsentirt, welche bei Embryonen durch die primäre Cutispapille hervorgerufen wird, und die ganze untere hellere Schicht der Epidermis sich erst von der Geburt an bildet. Nur an dieser Hautstelle scheint die Bildung derartig zu verlaufen, an der übrigen Haut wachsen die Papillen mehr allmählich in die Länge. Beim Embryo, kurz vor der Geburt ist die Rückenflosse in ihrer Form schon vollkommen fertig gebildet, nichts zeigt aber das Vorhandensein einer derartigen schwarzen Schicht an, wie wir sie beim erwachsenen Thier finden. Ein weiterer Grund, weshalb ich glaube, dass die Bildung der secundären Papillen an dieser Stelle ziemlich plötzlich geschieht, ist die Einknickung, welche sie an der Grenze zwischen schwarzer und heller Schicht zeigen. Der in der schwarzen Schicht steckende

obere Theil der Papille stand ursprünglich auch senkrecht auf der darunter liegenden Cutis, als nämlich die Flosse noch nicht die starke Erhebung in die Höhe aufwies. Als sie dann in die Höhe wuchs, wuchsen die Papillen nicht in dem Maasse nach innen zu mit, und erst von einem gewissen Zeitpunkte, der Geburt an, begannen die Papillen schnell nach innen, und zwar wiederum in radialer Richtung zu wachsen. Bei der inzwischen eingetretenen, viel grösseren Krümmung des Vorderrandes der Flosse musste in Folge dieses schnellen Wachsthums eine Knickung der Papillen entstehen, wie wir sie an der Grenze zwischen schwarzer und heller Schicht sehen. Dass in der That das starke Wachsthum der Papillen ganz plötzlich eintritt, glaube ich nicht nur aus der Vergleichung der Schnitte bei dem grössten Embryo und dem Erwachsenen schliessen zu dürfen, sondern auch aus der bei letzterem eintretenden starken Pigmentirung der schwarzen Schicht, gegenüber der geringen Färbung der später gebildeten hellen.

Wenn ich übrigens vorhin von dem Wachsthum der secundären Papillen gesprochen habe, so ist das so zu verstehen, dass die Papille wohl noch etwas weiter nach der Oberfläche zu in die Epidermis eindringen kann, dass sie aber der Hauptsache nach dadurch vergrössert wird, dass das Epithel in Vorsprüngen und Leisten in die darunter liegende Cutis einwächst, letztere dabei also eine mehr passive Rolle spielt.

So haben wir also gesehen, dass auch bei erwachsenen Thieren noch Spuren des Vorhandenseins einstiger primärer Cutispapillen nachgewiesen worden sind, und zwar nicht Reste der Papille selbst, sondern gewissermaassen nur ihr Negativ, ihr Abdruck im darüberliegenden Epithel, der dadurch erhalten werden konnte, dass das Wachsthum der alles verwischenden secundären Papillen an dieser Stelle erst von einem gewissen Zeitpunkte an begann.

Auf alle Fälle aber steht fest, dass bei der Tuberkelbildung auf dem Vorderrande der Rückenflosse von *Phocaena communis* die Cutis sich betheiligt, und dass man also sehr wohl von Schuppen sprechen kann.

Ein weiteres Argument für die Natur der Tuberkel als Reste eines Hautpanzers ist die Ablagerung von Kalk, welche sich beim erwachsenen Thiere an diesen Stellen findet.

Ausser diesen eigenthümlichen Platten und Tuberkeln der Rückenflosse fand ich noch bei den erwachsenen Thieren, hier und da über die Haut zerstreut, Bildungen ganz eigenthümlicher Art. Es sind im Allgemeinen wenig erhabene Tuberkel von etwas dunklerer Farbe, welche meist von einer rechtwinkligen Umgrenzung umgeben sind (s. Fig. 28, Taf. XVI); ich finde sie sowohl auf der dorsalen, wie der ventralen Seite unregelmässig zerstreut. Da sie durchaus den Platten gleichen, welche ich bei *Neomeris* beschrieben habe, fasse ich sie ebenfalls als Reste einer ehemaligen Plattenbedeckung der Haut auf.

Noch möchte ich als besondere Eigenthümlichkeit der Haut des Braunfisches und auch der *Neomeris* erwähnen, dass die Haut, soweit sie nicht von Platten besetzt ist, besonders zu beiden Seiten des Körpers bis vorn zum Auge hin, mit einem System sehr feiner, parallel laufender, vom Rücken zum Bauche ziehender Linien bedeckt ist.

Auf die Tuberkelbildungen und besonders das Vorkommen der Hautplättchen bei der erwachsenen *Neomeris* gestützt, hatte ich die Behauptung aufgestellt, dass wir hier die letzten Reste einer ehemaligen allgemein verbreiteten Hautbedeckung der Zahnwale vor uns hätten.

Eine sehr wesentliche Stütze für diese Ansicht lieferte mir die Paläontologie, und ich glaube, dass eine bis jetzt ziemlich unbeachtet gebliebene Notiz von Johannes Müller [1]) dadurch in ein ganz neues Licht gerückt scheint. J. Müller giebt von einem fossilen Zahnwale folgende Befunde an: — Ueber die

1) J. Müller, Bericht über ein neu entdecktes Cetaceum aus Radoboy, *Delphinopsis Freyeri*. Sitzungsber. der math.-naturw. Classe der kais. Ak. der Wissensch. Wien. 1853. p. 84, und 1885, p. 345.

Knochen und ihre Zwischenräume hinweg ziehen sich regelmässig gelegene Linien, sehr dicht stehend, parallel und nur selten wellig. Diese Schicht ist äusserst dünn, nur $^1/_{40}$‴. Darunter liegt eine dünne, schwarze, wie verkohlt aussehende Schicht.

Es scheint mir daraus hervorzugehen, dass J. Müller in der That Theile der äusseren Haut dieses fossilen Delphins vorgelegen haben, und zwar würde die mit regelmässigen sehr dichten Linien versehene Schicht, welche ich ebenso von *Neomeris* und *Phocaena* beschrieben habe, dem Stratum corneum, die dünne schwarze Schicht dem stark pigmentirten Rete Malpighi entsprechen. Müller fährt dann fort: »Dagegen treten an der ganzen Flosse und noch einigen anderen Stellen noch weniger zweifelhafte Reste einer Hautbedeckung auf. Der grösste Theil der Flosse, mit Ausnahme der Bruchflächen der Knochen, ist nämlich von kleinen Plättchen dicht bedeckt. Die Plättchen sind meist planconvex, die eine Seite ist platt abgerundet, die andere Fläche ist plan, und letztere ist sehr regelmässig liniirt. Die Linien sind parallel und fast longitudinal, d. h. fast in der Richtung der Länge der Flosse, sie behalten an allen neben einander stehenden Plättchen durchaus dieselbe Direction. Die Linien der Plättchen bestehen aus sehr kleinen länglichen aneinander gereihten Elevationen, die grössten Plättchen haben $^1/_2$‴ Querdurchmesser und $^1/_6$‴ in der Dicke. Auf einem Plättchen von $^1/_2$‴ Querdurchmesser stehen gegen 8 Reihen von Elevationen. Auf manchen Plättchen sind die Linien undeutlich und die Elevationen unregelmässig. Manche kleinere Plättchen zeigen gar nichts von den Linien und sind mehr abgerundet. Die meisten Plättchen haben einen kreisförmigen Umfang, seltener sind sie länglich oder unregelmässig. Obgleich die Plättchen an der Flosse dicht stehen, so ist ihre Grösse doch äusserst verschieden, sie variirt von $^1/_2$‴ bis $^1/_{10}$‴; gegen das Ende der Flosse sind nur kleinere. Wo die convexe Seite blossliegt, hat sie, wie auch die Zwischenstellen, ein schwarzes Aussehen, die plane liniirte Seite ist heller. Diese Plättchen sind von grosser Festigkeit und viel härter als das Gestein.

Am Oberarm und Vorderarm sind gar keine Plättchen vorhanden oder fallen nicht in die Bruchfläche der Steinplatte, an der Handwurzel sind wenige. Sonst kommen noch dergleichen Plättchen an verschiedenen anderen Stellen vor, aber meist äusserst zerstreut und selten, nur an wenigen Stellen sind sie noch zu einem Haufen zusammengedrängt. An der Flosse dagegen sind die Plättchen überall zwischen den Knochen und bis an den Rand der Flosse erhalten. Es werden dort Plättchen der oberen und unteren Seite zugleich wahrgenommen, welche hin und wieder verschoben sind, so dass es schwer ist, zu bestimmen, welche Fläche der Plättchen, die convexe oder die liniirte, die äussere ist, andere Stellen begünstigen die Ansicht, dass die hellere planere Seite die innere sein wird. Doch wird man darüber streiten können, zumal da die Unterschiede der Seiten oder Flächen der Plättchen an anderen Stellen als der Flosse viel weniger ausgebildet sind.

Am Arm ist die liniirte Bedeckungsschicht so wenig erkennbar oder aufgeschlossen als die Plättchen. An der Flosse von der Handwurzel an sind nur Plättchen zu sehen, nichts von der liniirten Schicht; an der Handwurzel sind Reste der liniirten Schicht zugleich mit Resten der Plättchen zu sehen.«

»Die liniirte Schicht und die Knochenplättchen gehören ohne Zweifel zusammen und mitsammt der schwarzen Schicht zu der Hautbedeckung eines Thieres. Wenn sie nicht zu dem von ihnen bedeckten Thierreste, nicht zu der Extremität und den anderen Knochen gehören, so würden die letzteren gewiss nur einem Delphin zuzuschreiben sein. Wenn aber die Bedeckung zu den Flossenknochen gehört, so kann an unsere heutigen Delphine nicht gedacht werden, und wir haben es dann mit einem neuen, den Delphinen verwandten Typus der Vorwelt zu thun.

Ob die Knochenplatten, welche Gervais als bei Vendargues gefunden kurz anzeigt, auf die Hautknochen einer *Sphargis* bezieht und mit *Sphargis pseudostracion* bezeichnet, bei dem gegenwärtiger Fossil

in Betracht kommen, lässt sich dermalen nicht ermessen, da die näheren Angaben über diese Knochenplatten fehlen.«

Vergleicht man vorliegende Angaben Müller's mit dem, was ich bei recenten Delphinen, besonders der erwachsenen *Neomeris* gefunden habe, so fällt sofort die ausserordentliche Uebereinstimmung der Hautbildung in die Augen. Die liniirte Schicht ist bei beiden vorhanden, es finden sich auch die Hautplättchen, welche sogar in ihrem feineren Bau einander ähneln, bei beiden vor, und nur die Lage ist insofern verschieden, als ich sie bei *Neomeris* der Hauptsache nach auf dem Rücken vorfand, während Müller sie besonders von der Brustflosse beschreibt. Doch ist der Unterschied leicht erklärlich, da die Rückenhaut auf dem Müller vorliegenden Fossil nicht sichtbar war und andererseits die Reduction dieser Hautplattenbedeckung bei *Neomeris* bedeutend vorangeschritten ist, so dass sie von der Vorderflosse bereits verschwunden ist (*Phocaena communis* hat noch Spuren davon aufzuweisen).

Nur ein paar Mal findet Müller's Beschreibung jener eigenthümlichen Hautstructur Erwähnung, und zwar zuerst bei Brandt [1]). »Es wäre überaus merkwürdig, wenn in der That früher Delphine existirt hätten, welche anstatt der glatten Oberhaut der lebenden Arten über ihrer, durch lange, zugespitzte Papillen characterisirten Cutis eine mit kleinen Plättchen bedeckte Oberhaut besassen, wie dies Müller, jedoch nicht mit völliger Sicherheit, anzunehmen geneigt ist, indem er übrigens nicht angiebt, ob die Plättchen, wie zu vermuthen steht, knöchern seien.

Für unantastbar möchte aber Müller's hypothetische Annahme, nach Maassgabe der vorhandenen Mittheilungen keineswegs gelten können.«

»Der Umstand, dass es den Anschein hat, *Zeuglodon cetoides* habe, wegen der mit seinen Resten einigemale gefundenen Stücke eines Hautpanzers, einen solchen besessen, dürfte Müller den Anlass gegeben haben, auch seiner *Delphinopsis* einen solchen möglicherweise zu vindiciren«.

Ebenso wie Brandt zweifelt auch H. v. Meyer [2]) an der Hautskeletnatur der Plättchen. Eine sehr sorgfältige Nachuntersuchung des von J. Müller beschriebenen Präparates ergab zwar die Richtigkeit von Müller's Angaben betreffs Lagerung und Structur der Plättchen, doch kommt H. v. Meyer zu einem anderen Schlusse: »Ich halte die Erscheinung nicht für wirkliche versteinerte Haut, sondern für Mineralsubstanzen, welche unter verschiedenen Formen ausgeschieden wurden, wobei möglicherweise die organische Substanz des Thieres von Einfluss gewesen sein könnte.« Aus den weiteren Erörterungen v. Meyer's ergiebt sich, dass das Hauptargument, welches ihn zu der von Müller abweichenden Deutung führt, in dem Gedanken an die Unwahrscheinlichkeit liegt, dass die Zahnwale früher einen Hautpanzer besessen haben könnten.

Nachdem aber an recenten Delphinen ganz ähnliche Bildungen gefunden worden sind, gewinnt die Idee Müller's gegenüber den Zweifeln Brandt's und v. Meyer's erhöhte Bedeutung, und wir müssen auch hier seine Genialität bewundern, mit der er, selbst auf Grund spärlichen Materiales, das Richtige traf. Dass die Vorfahren der Zahnwale eine mit Platten bedeckte Hautoberfläche besessen haben, und dass die Platten, welche, wie Müller ausdrücklich angiebt, von grosser Festigkeit und härter als das Gestein sind, verknöchert gewesen sind, ist nach den Befunden an recenten Thieren eine durchaus wahrscheinliche Hypothese, die wesentlich gestützt werden wird, wenn es gelingt, die mit *Zeuglodon* zusammen gefundenen Stücke eines Hautpanzers als diesem sehr alten Vorfahren der Zahnwale zugehörig zu erweisen.

1) Brandt, Die fossilen und subfossilen Cetaceen Europas. Mém. de l'Académie de St. Pétersburg. VII Sér. T. XX. p. 282.
2) H. v. Meyer, *Delphinopsis Freyeri* Müll. aus d. Tertiär-Gebilde von Radoboy in Croatien. Palaeontographica. Bd. XI. p. 229.

Der phylogenetische Schluss, den wir aus diesen anatomischen, entwickelungsgeschichtlichen und paläontologischen Thatsachen zu ziehen haben, ist der, dass die landbewohnenden Vorfahren der Zahnwale eine Hautbedeckung von Schuppen resp. Knochenplättchen gehabt haben, vielleicht ähnlich wie die Dasypodiden, und dass gleichzeitig damit Haare vorgekommen sind. Letzteres erhellt auch aus der Thatsache, dass fast alle Zahnwalembryonen noch ein paar Spürhaare zu beiden Seiten des Oberkiefers besitzen.

Bartenwale.

Ganz anders verhält sich die Hautbedeckung der Bartenwale. In dem ersten Capitel dieser Untersuchungen konnte ich auf die Haut der Bartenwale deswegen nicht näher eingehen, weil mir das Material dazu fehlte. Spätere Untersuchungen bestätigten WEBER's [1]) Angaben über diesen Gegenstand, und ich will hier nur auf einige Punkte zurückkommen, welche besonderes Interesse verdienen.

Bei den Zahnwalen hatten wir gesehen, dass die Behaarung nur noch äusserst spärlich ist, ausschliesslich (mit Ausnahme von *Inia*) im Embryonalleben auftritt und sich auf ein paar Spürhaare zu beiden Seiten des Oberkiefers beschränkt, bei den Bartenwalen finden wir eine viel ausgedehntere Behaarung, und zwar sowohl am Embryo wie am Erwachsenen. ESCHRICHT [2]) erwähnt bereits, dass *Megaptera boops* auch im erwachsenen Zustande Haare trägt, und zwar sind es kurze, etwa zolllange Borsten, die auf den eigenthümlichen Hautknollen sitzen, denen der Wal den Namen »Knölhval« verdankt. Die Hautknollen finden sich sowohl am Unterkiefer wie am Oberkiefer vor. Eigene Beobachtungen, angestellt an dem 72 cm langen Embryo einer *Megaptera boops*, welcher im Royal College of Surgeons in London aufbewahrt wird, zeigten mir, dass die Haarvertheilung eine ziemlich regelmässige zu sein scheint. Auf dem Oberkiefer fanden sie sich in ganz ähnlicher Weise angeordnet, wie sie ESCHRICHT in der Taf. IV seiner Untersuchungen über die nordischen Walthiere von einem Buckelwalfötus zeichnet. In der Mittellinie zwischen Oberkieferspitze und Nasenöffnungen verlief eine Reihe, aus 5 Haaren bestehend, seitlich davon nach den Kieferrändern zu waren jederseits drei Reihen zu bemerken, während ESCHRICHT nur zwei angiebt, und ausserdem umstanden noch einige Haare die Nasenlöcher. Theils ragten die Haare direct aus der Haut heraus, theils standen sie auf kleinen Hauterhebungen, der ersten Anlage der späteren Knollen. Am Unterkiefer befinden sich jederseits etwa 20 Haaranlagen in 4 Längsreihen geordnet, ausserdem aber zeigte sich ganz vorn an der Spitze ein Feld von sehr vielen kleinen Haaranlagen. Ein anderer kleinerer Embryo von *Megaptera boops*, 51 cm lang, aus dem Natural History Museum in South Kensington, zeigte mir ganz die gleiche Haarvertheilung, auch er wies an der Spitze des Unterkiefers ein Feld von vielen kleinen Haaranlagen auf.

Von Haaren am Finwal (*Balaenoptera musculus*) lagen zu ESCHRICHT's Zeit keine Angaben vor. G. O. SARS [3]), dem wir für die Kenntnis der äusseren Körperform der Bartenwale viel zu verdanken haben, bildet in einer Zeichnung des erwachsenen Finwales einige Haare am Kinn ab, ohne aber im Texte etwas davon zu erwähnen, und FLOWER [4]) berichtet, dass er am Kinne eines erwachsenen Thieres 25 Haare zu beiden Seiten der Mittellinie gefunden habe.

Diese Angaben vermag ich etwas zu erweitern durch die Untersuchung eines ganz frischen Finwales von $62^1/_2$ Fuss Länge, der im April 1889 an der Murmanküste gefangen wurde. Am Kinn fand ich zwar keine Haare mehr vor, wohl aber ein dreieckiges, 15 cm hohes, 6,5 cm breites Feld von regelmässig gelagerten Gruben, welche ich als Reste von Haarfollikeln ansehe. Die in 12 Reihen angeordneten Gruben sind etwa 200 an der Zahl. Ausserdem wies aber das Thier eine Anzahl von etwa zolllangen Haaren am Vorderkopfe auf, und zwar sowohl am Unterkiefer, wo sie jederseits in drei Reihen standen, als auch am

1) M. WEBER, Studien über Säugethiere. 1886.

2) ESCHRICHT, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. 1849. p. 75.

3) G. O. SARS, Fortsatte Bidrag til kundskaben om vore Bardehvaler, »Finhvalen« og »Knœlhvalen«. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandlinger. 1880. No. 12. Taf. I.

4) FLOWER, Kosmos l. c.

Oberkiefer, wo sie vorn ebenfalls in Reihen angeordnet waren, hinten aber verschwanden. Die Haare waren in dunkel pigmentirte Gruben eingesenkt, und solche Gruben fanden sich noch bis in die Mitte des Körpers, besonders zahlreich am Rücken vor.

Im Gegensatze zu meinen Angaben berichtet DELAGE[1]) von dem von ihm untersuchten Exemplare, dass Haare, embryonale oder entwickelte, vollkommen fehlten, und glaubt sich berechtigt, dem erwachsenen Finwale solche abzusprechen. Man sieht hieraus, wie misslich es ist, an einem einzigen Individuum gewonnene Resultate zu verallgemeinern. Ausserdem erscheint es mir noch nicht ausgemacht, dass dem gestrandeten und bereits stark in Fäulnis übergegangenen Thiere, welches DELAGE zu untersuchen Gelegenheit hatte, die Haare wirklich gänzlich gefehlt haben, da sie erfahrungsmässig sehr leicht an der Basis abbrechen und dann übersehen werden.

Ganz ähnlich wie beim erwachsenen Finwale ist auch die Vertheilung der Haare bei den Embryonen. Die Abbildungen auf Taf. XVIII und XIX zeigen, dass auch bei diesen die Haare in Reihen am Ober- wie Unterkiefer stehen, bei einem Theil von ihnen traf ich auch jenes merkwürdige Haarfeld an, welches sich am Kinn befindet. Besonders deutlich tritt es auf bei dem eigenthümlich umgeformten Embryo von *Balaenoptera musculus*, von dem ich die Abbildungen 48 und 50, Taf. XIX, gegeben habe. Wir sehen hier eine Anzahl von Tuberkeln, welche in zwei senkrechten Reihen am Kinne stehen. Die microscopische Untersuchung ergab das unzweifelhafte Vorhandensein von Haaranlagen, die aber schon ein stark rudimentäres Aussehen besassen, so dass es wahrscheinlich ist, dass sie nicht zur Entwickelung gelangen und noch im Embryonalleben rückgebildet werden. Nur die Existenz von grubenförmigen Vertiefungen, welche sich auch noch beim Erwachsenen vorfinden, zeigt an, dass sich hier in früher Fötalperiode Haaranlagen befunden haben. In vereinzelten Fällen können allerdings die Haare noch zur Entwickelung kommen, wie es z. B. FLOWER beschreibt. Ebenso verhält es sich mit den Haaranlagen in der übrigen Kopfregion. Nur ein ganz kleiner Theil kommt beim Erwachsenen zum Durchbruch, die zahlreichen Gruben, welche man in der Haut findet, sind die letzten Ueberreste von Haaranlagen, die schon im Embryonalleben wieder verschwinden.

Die zur Entwickelung kommenden Haare zeigen ganz den Bau, welchen WEBER von fötalen Haaren beschrieben hat. Der Haarbalg ist ausserordentlich mächtig entwickelt und fast zolltief in die Haut eingepflanzt. Ein Querschnittsbild durch ein solches Haar, etwas über der Papille geführt, wird besser, als es eine lange Beschreibung vermag, zeigen, dass wir es mit einem typischen Sinushaare zu thun haben (siehe beifolgende Abbildung Fig. 1).

Fig. 1. Querschnitt durch die Basis eines Haares einer erwachsenen *Balaenoptera musculus* (Vergr. 33, gezeichnet von Dr. FR. RÖMER).

1) Y. DELAGE, Histoire du *Balaenoptera musculus*. Archives de Zoologie. 1885. p. 24.

Während nach Weber die Haare der erwachsenen *Balaenoptera Sibbaldii* vollkommen fehlen, sind sie beim Embryo wohlentwickelt vorhanden. An dem mir vorliegenden Blauwalembryo von 90,5 cm Rückenlänge stehen sie am Kinne in zwei Reihen zu je 6 Haaren, ausserdem befinden sich am Unterkiefer eine Anzahl Haare, die in Abständen von etwa 12—15 mm von einander eingepflanzt sind. Auch hier sind sie in zwei Reihen angeordnet. Am Oberkiefer zeigen sich noch mehr Haare, besonders in seinem mittleren Theile, die bereits eine Länge von 5 mm erreichen und bis hinter den Nasenöffnungen sich vorfinden.

Bei keinem Bartenwale fand ich Haare am übrigen Körper vor, sie waren nur am Kopfe eingepflanzt.

Auf weitere Punkte im Bau der Haut der Bartenwale gedenke ich hier nicht einzugehen, da darüber in letzter Zeit Specialuntersuchungen von Y. Delage [1]) und Weber [2]) vorliegen, und die im ersten Bande meiner Arbeit aufgestellten allgemeinen Gesichtspunkte keinerlei Erweiterung erfahren.

2. Die Schwanzflosse.

Die älteren Autoren sahen fast allgemein in den beiden Flügeln der Schwanzflosse die umgebildeten Reste der Hinterextremitäten, eine Ansicht, die zuletzt noch von Gray getheilt wurde. Erst Eschricht [3]) tritt gegen diese Auffassung auf, er beschreibt die Schwanzflosse von ein paar sehr jungen Embryonen und äussert sich dann folgendermaassen: »Die Schwanzflügel der Wallthiere werden sehr allgemein für rudimentäre Bauchglieder angesehen, wofür in der That ihr ausschliessliches Vorkommen bei ihnen und den Sireniformien, also gerade nur bei den Säugethieren, denen wirkliche Bauchglieder abgehen, sehr viel sprechen kann. Es zeigt sich aber diese Analogie, wenn man die Entwickelungsgeschichte, diesen Probierstein der anatomischen Analogien, zu Hülfe zieht, wo nicht unhaltbar, doch wenigstens sehr unvollständig. Die erste Erscheinung der Schwanzflügel ist nämlich in der Form von zarten Hautlappen, ganz dicht an der Spitze des Schwanzes, in einer bedeutenden Entfernung vom After und vom Becken. Dagegen zeigen die Schwanzflügel sich in ihrer Entwickelung ganz analog mit der Rückenflosse, welche selbst eine in der Säugethierklasse ganz neue, nur den Wallthieren zukommende Form der Hautfaltung ist«.

Von den nachfolgenden Autoren wird ebenfalls die Ansicht vertreten, dass die Schwanzflosse eine secundäre Erwerbung ist, während die Hinterextremitäten mehr oder minder rudimentär geworden sind. Von den verschiedenen diesbezüglichen Aussprüchen will ich hier nur den Flower's [4]) anführen, der auch in mancher anderer Hinsicht unser Interesse verdient, und auf den ich später noch zurückkommnen werde. »Einer der Wege, die ein Landsäugethier eingeschlagen haben könnte, um sich dem Leben im Wasser anzupassen, ist uns deutlich in den verschiedenen Abstufungen vorgezeichnet, welche sich innerhalb der Carnivoren (im weiteren Sinne, mit Einschluss der Pinnipedien) noch erhalten haben. Die Seehunde sind unverkennbar umgeformte Landraubthiere, und die Otaria oder Seelöwen und Seebären stellen merkwürdige Zwischenformen dar. Manche Forscher neigen nun zu der Ansicht, dass die Wale nur ein noch weiter abliegendes Stadium derselben Art von Umwandlung repräsentirten. Diese Auffassung hat sogar so feste Wurzeln geschlagen, dass in den meisten Lehrbüchern und populären Darstellungen der Zoologie, welche überhaupt versuchen, den Stammbaum der heutigen Säugethiere festzustellen, die Cetaceen ohne weiteres als Abkömmlinge der Pinnipedien aufgeführt sind, welche ihrerseits von den Carnivoren abgeleitet werden. Diesem Verfahren steht aber meiner Ansicht nach ein entscheidender Einwand entgegen. Der Seehund hat

1) Y. Delage, Arch. de Zool. 1885.
2) Weber, l. c.
3) l. c. p. 78.
4) Flower, Die Wale in Vergangenheit und Gegenwart. Kosmos. XIII. 1883. p. 530.

natürlich manches mit dem Walfisch gemein, insofern er ja auch ein dem Leben im Wasser angepasstes Säugethier ist, allein er hat seine im Allgemeinen fischähnliche Gestalt vorzugsweise dadurch erlangt, dass sich seine Hinterextremitäten in eigenartiger Weise zu Werkzeugen der Fortbewegung durch das Wasser umwandelten. Denn wenn auch Ober- und Unterschenkel klein sind, so sind die Füsse um so grösser und bilden die wesentlichen Organe der Locomotion im Wasser, während der Schwanz ganz rudimentär ist. Die beiden nebeneinander gelegten Füsse stellen ein dem Schwanze eines Fisches oder Walfisches sehr ähnliches Organ dar, das diesen auch in functioneller Hinsicht vertritt, aber nur functionell; denn die Zeit ist wohl längst vorbei, da man die Cetaceen als Thiere definirte »mit verwachsenen Hinterbeinen, die einen horizontalen Gabelschwanz bilden«. Beim Wal sind die Hinterbeine, wie wir gesehen haben, ganz rückgebildet, und dafür ist der Schwanz zu einem mächtigen Schwimmorgan entwickelt. Nun ist in der That kaum anzunehmen, dass die Hintergliedmaassen, nachdem sie sich einmal dieser für das Wohlergehen des Thieres so wichtigen Function des Schwimmens in so vollkommener Weise angepasst hatten, wieder einer Rückbildung unterlegen wären und ihre Thätigkeit auf den Schwanz übertragen hätten; — das Thier wäre allzu hilflos gewesen, um sein Dasein während dieses Ueberganges zu behaupten, wenn dieser, wie wir uns doch vorstellen müssen, nur schrittweise stattfand. So erscheint es denn bei weitem vernünftiger, anzunehmen, dass die Wale von einer Thierform mit grossem Schwanze abstammen, der beim Schwimmen benutzt wurde und zuletzt eine solche Bedeutung erlangte, dass die Hinterbeine nicht wehr nötig waren und allmählich verschwinden konnten. Der kräftige, mit seitlichen Hautsäumen versehene Schwanz einer amerikanischen Fischotterart (*Pteronura Sandbachii*) oder der allgemeiner bekannte platte Ruderschwanz des Bibers mögen uns einigermaassen die Form dieses Gliedes bei den ältesten Cetaceen vergegenwärtigen. Diese Betrachtung dürfte wohl genügen, um den Hauptgrund für die Annahme einer näheren Verwandtschaft zwischen Walfischen und Seehunden zu beseitigen; die meisten übrigen übereinstimmenden Züge, wie z. B. manche Besonderheiten ihrer Zähne, sind augenscheinlich nur analoge Erscheinungen, die auf gleicher Lebensweise beruhen.«

Man hätte glauben sollen, dass diese klare Darlegung Flower's die alte Idee von der Homologisirung der Walflosse mit den Hinterextremitäten der Pinnipedien endgültig beseitigt hätte; dass dem aber nicht so ist, zeigt eine umfangreiche Arbeit, welche ein paar Jahre darauf von John A. Ryder [1]) veröffentlicht wurde.

Mit dieser Arbeit müssen wir uns deshalb schon eingehender beschäftigen, weil Ryder über sehr gutes Material verfügte, welches freilich meiner Meinung nach nicht gehörig ausgenutzt worden ist. Ryder stellt die Behauptung auf, dass die Flügel der Schwanzflosse der Cetaceen zwar nicht die ganze Hinterextremität der Pinnipedier, aber doch deren degenerirte Hinterfüsse darstellen, und zum Beweise seiner Behauptung bringt er eine ganze Anzahl von Gründen herbei, von denen ich nur die wichtigsten hier anführe.

Zunächst wendet er sich gegen den Einwand, dass die Schwanzflossenflügel sich auf demselben Wege, als laterale Hautfalten hätten entwickeln können, wie die Rückenflosse als dorsale Hautfalte. Er wendet dagegen ein, dass es auch Cetaceen giebt, bei denen die Rückenflosse fehlt, ferner, dass sie eine etwas variable Lage hat, und ferner, dass sie sich entwickelungsgeschichtlich später ausbildet als die Schwanzflosse.

Hierzu möchte ich gleich vorläufig bemerken, dass ich diese Beweisführung nicht verstehe. Ob sich Hautfalten etwas früher oder etwas später anlegen, ist doch für ihre morphologische Bedeutung ganz gleich. Vorausgesetzt, dass die embryologischen Thatsachen richtig sind, auf denen Ryder aufbaut, so

1) Ryder, On the development of the Cetacea, together with on consideration of the probable homologies of the flukes of Cetaceans and Sirenians. United States Commission of Fish and Fisheries. Part XIII. 1887.

zeigt das frühere Erscheinen der Schwanzflosse doch nur, dass dieses Organ phylogenetisch eher zur Ausbildung kam als die Rückenflosse, aber weiter auch nichts!

Ein weiterer Beweis ist die von Ryder behauptete Ausbildung der extraterminalen Phalangen der Vorderextremität, von knorpeligen Verlängerungen der krallentragenden Endphalangen, ähnlich wie solche sich bei den Pinnipedien finden sollen.

Gegen diese Hypothese habe ich mich bereits im ersten Theile der vorliegenden Studien gewandt und speciell gezeigt, dass die von Ryder vorgebrachte Beweisführung der zuerst erfolgenden Verknöcherung der drei ersten Phalangen, und der erst später eintretenden Verknöcherung des extraterminalen Knorpelstrahles den Thatsachen in keiner Weise entspricht. In dem Abschnitt über die Brustflosse der Wale gedenke ich übrigens den exacten Beweis zu erbringen, dass Ryder's Ansicht falsch ist.

Es folgen nun noch weitere 16 Beweise, die aber sämmtlich etwas untergeordneteren Werth haben, als die beiden angeführten. So sollen die Schwanzflossen mit Blutgefässen versehen sein, die ähnlich denen der Hand verlaufen, ferner soll die Musculatur des Schwanzes für die Hypothese sprechen, die nach hinten gerichtete Lage des rudimentären Femurs bei *Halitherium* und *Balaena* ist ein weiteres Argument, ebenso wie die Entwickelung der Schwanzflossen als Diverticula des Epiblasts, die sich mit indifferentem Mesoblast anfüllen, in derselben Weise wie die ersten Anlagen der Extremitäten bei anderen Säugethieren; ich will mich aber mit der Aufzählung dieser Punkte begnügen und mich meinen eigenen Forschungen in dieser Richtung zuwenden.

Es würde ein zwingender Beweis für die Anschauung sein, dass die Hinterextremitäten (resp. die terminalen Theile) der landbewohnenden Vorfahren der Wale nicht zur Bildung der Schwanzflosse führen, sondern dass letztere vom Schwanze selbst aus entsteht, wenn man bei Cetaceenembryonen die, wenn auch rudimentäre äussere Anlage der Hintergliedmaassen nachzuweisen im Stande wäre.

Solche Rudimente der äusseren Hintergliedmaassenanlagen habe ich nun, wie im Kap. IV kurz erwähnt, in der That gefunden, und zwar bei dem kleinsten mir zur Verfügung stehenden Embryo, der Fig. 2, 3 u. 4, Taf. XIV, abgebildet ist. Es ist dies ein Embryo von *Phocaena communis* von $2^1/_2$ cm. directer Länge, der einen ganz vorzüglichen Erhaltungszustand aufzuweisen hat. Hier sehe ich Folgendes: Der Schwanz hat bei diesem sehr kleinen Embryo bereits eine recht ansehnliche Länge, er geht nicht allmählich in den Körper über, sondern ist scharf von dem letzteren abgesetzt durch eine jederseits am Körper verlaufende Furche, die sich von der Genitalanlage im Bogen nach dem Rücken zieht. Ist somit schon eine scharfe Abgrenzung des Körpers vom Schwanze gegeben, wie wir sie bei Landsäugethieren finden, und fällt damit schon die Ryder'sche Hypothese, so ist die Auffindung zweier Gliedmaassenhöcker im hinteren Körpertheile von ausschlaggebender Bedeutung. Die ausgezeichnete Plastik des betreffenden Embryos erlaubt die vollständige Sicherstellung des Befundes. Etwas vor der Furche, welche den hinteren Körpertheil von dem Schwanztheile trennt, zieht sich eine zweite, halbkreisförmige deutliche Furche entlang, welche in sich eine Anschwellung einschliesst, die sich nach der vorderen Körperregion fast gar nicht, nach der hinteren aber recht scharf abhebt und so einen breiten, flachen Höcker darstellt, der nichts anderes als die erste Anlage der hinteren Gliedmaasse ist. Mit diesem Befunde fällt jeglicher Versuch, die Gliedmaassen, respective deren terminale Enden in der Schwanzflosse aufsuchen zu wollen.

Was also bis jetzt ein theoretisches Postulat war, dass die Wale 4 Gliedmaassen besitzen, wie andere Säugethiere, das zeigt sich in der ersten embryonalen Anlage verwirklicht.

Ueber die Entwickelungsgeschichte der Schwanzflosse möchte ich folgende Angaben machen. Wie Fig. 2 zeigt, ist schon bei ganz kleinen Embryonen der Schwanz von ansehnlicher Länge. Er sitzt dem kurzen, gedrungenen Körper mit ziemlich breiter Basis an, ist von rundlichem Querschnitt und nimmt nach hinten zu an Dicke rasch ab. Besonders in seiner hinteren Hälfte zeigt er eine ganz schwache Verbrei-

terung, die nach der Spitze zu allmählich wieder abnimmt. Diese Verbreiterung lässt sich bis weit nach vorn zu verfolgen, ihren grössten Durchmesser gewinnt sie etwa $^1/_5$ der Schwanzlänge von der Spitze entfernt. Es sind also zwei laterale Hautfalten, welche den Schwanz umgeben und besondere Ausdehnung im hinteren Theile gewinnen. Es folgt daraus ein wichtiger Schluss für die Stammesgeschichte der Schwanzflosse. Bei der Umwandlung des Schwanzes der landlebenden Säugethiervorfahren der Wale in eine Schwanzflosse erfolgte der erste Schritt in dieser Richtung nicht etwa nur in einer lateralen Verbreiterung des Schwanzendes, sondern fast der ganze freie Schwanztheil verbreiterte sich durch laterale Hautfalten, und erst später bildete sich ein Stadium aus, in welchem der hintere Theil des Schwanzes zur Bildung der Schwanzflosse herangezogen wurde.

Die Wale haben also in Bezug auf Ausbildung des Schwanzes in ihrer Entwickelung ein Stadium durchlaufen, wie wir es jetzt noch in der amerikanischen Fischotter, *Pteronura Sandbachii*, vor uns haben. Selbstverständlich will ich damit keine phylogenetische Verknüpfung anbahnen, sondern nur zeigen, dass der Weg, den die Natur eingeschlagen hat, um eine Schwanzflosse bei wasserlebenden Säugethieren zu gestalten, bei Walen wie bei der amerikanischen Fischotter der gleiche ist, nur ist bei den Walen die Entwickelung viel weiter vorangeschritten.

Ueber die Weiterentwickelung der äusseren Form der Schwanzflosse will ich mich hier nicht weiter verbreiten, sondern nur auf die Zeichnungen verweisen, welche ich von verschieden grossen Embryonen von Zahn- und Bartenwalen gegeben habe. Die fertige Form erreicht sie bei Zahnwalembryonen etwas früher als bei Bartenwalembryonen, etwa wenn $^1/_3$ der Fötallänge erreicht ist.

Eine ausserordentlich sorgfältige Untersuchung über die Structur der Schwanzflosse der Zahnwale verdanken wir W. Roux[1]), der sie als Beweismittel zu seiner Theorie der functionellen Anpassung gebraucht. Von mir angestellte Nachuntersuchungen in dieser Richtung stimmen vollkommen mit den Angaben von Roux überein, und ich lasse hier sein Resumé folgen: »Fassen wir das Ergebnis bezüglich der Structur kurz zusammen, so besteht die Flosse, abgesehen von dem Hautüberzuge, aus drei Schichten, einer mittleren dickeren, die Gestalt der Flosse wesentlich bestimmenden, und jederseits aus einer äusseren. Während letztere blos aus einem einzigen Fasersystem besteht, welches sich wesentlich radiär von vorn und innen nach hinten und aussen ausbreitet, dabei namentlich gegen die Ränder der Flosse hin eigenthümlich gebogen ist, so besteht die mittlere Schicht aus mehreren, innig mit einander verwebten Fasersystemen. Der Hauptsache nach ist diese Schicht gebildet aus lauter, die Flosse der Dicke nach quer durchsetzenden, dicht aneinander gelagerten Lamellen, welche einen derartig gebogenen Verlauf haben, dass sie allenthalben senkrecht zu den über ihnen liegenden Fasern der äusseren Schicht verlaufen. Diese Lamellen sind selber wieder aus mannigfachen Faserrichtungen gebildet, wobei jedoch als Wesentliches hervortritt, dass zumeist zwei Fasersysteme rechtwinklig sich kreuzen, und dass an den Rändern jeder Lamelle die Fasern die Richtung des Randes selber annehmen, so dass also die Umgrenzung der Lamellen gleichsam durch ein dem Rande paralleles Fasersystem stattfindet. Ausser den Lamellen gehen in die Zusammensetzung der mittleren Schicht Fasern ein, welche von den hinteren Wirbeln entspringen und, in der Richtung der Lamellen verlaufend, die Flosse nach vorn und aussen durchziehen. Dabei betheiligen sie sich in dem hinteren Theile der Flosse zugleich als integrirende und die Structur bestimmende Bestandtheile an der Lamellenbildung, während sie gegen den vorderen Rand hin nur zwischen den Lamellen ihren Weg nehmen. Die Lamellen selber sind durch ein System von Abscheerungs-Faserpaaren unverschiebbar gegen einander verbunden, da-

1) W. Roux, Beiträge zur Morphologie der functionellen Anpassung. 1. Structur eines hochdifferenzirten bindegewebigen Organes (der Schwanzflosse des Delphin). Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1883. p. 76 ff.

gegen fehlt jede Verbindung in den zu den Lamellen senkrechten, also den Radiärfasern entsprechenden Richtungen, und umgekehrt fehlen den Radiärfasern Verbindungen in Richtung der Lamellen.

Das Wesentliche sind also rechtwinklig sich kreuzende Fasersysteme mannigfachen, aber typisch gekrümmten Verlaufes, von denen eines selber wieder aus rechtwinklig sich kreuzenden Fasern besteht, also Erfüllung des Raumes mit bestimmt gelagerten und gebogenen Systemen mehrfach rechtwinklig zu einander orientirter Bindegewebsfasern. Die Insertion von Sehnen findet in der Flosse selber statt und zwar der Art, dass eventuell jedes der 16 Metameren der Flosse selbständig bewegt werden kann, und zwar sowohl die Wirbel als die Fasern der radiären Schicht, so dass active Gestaltveränderungen in eigenthümlicher, von der Structur der Flosse abhängiger Weise als möglich gedacht werden müssen.«

Diese so ungeheuer complicirte bindegewebige Structur wird von Roux durch die Mechanik der Flossenbewegung, sowie durch das Princip der functionellen Anpassung erklärt.

Als gegeben setzt er voraus die Flosse in ihrer allgemeinen äusseren Gestalt, ihrer relativen Grösse und ihrem Baumaterial. Eine solche Flosse ist entstanden zu denken durch das Darwin'sche Princip der Auslese (Individualauslese im Sinne von Roux), während erst durch die functionelle Anpassung die ausserordentlich complicirte Structur entstand.

Schnittserien, die ich durch die Schwanzflosse sehr kleiner Embryonen gelegt habe, welche die äussere Form des erwachsenen Organes durchaus noch nicht wiedergeben, sondern noch eine schmale, lanzettförmige Gestalt haben, zeigen mir nun, dass die characteristische bindegewebige Differenzirung schon in diesen jungen Stadien zu bemerken ist. Schon ehe die Schwanzflosse ihre äussere Form erreicht hat, differenzirt sich ihr Bindegewebe in der beschriebenen Weise.

Bereits zur Zeit, als die auf Variabilität beruhende Individualauslese begann, formte sich also die Structur der beginnenden Schwanzflosse durch Partialauslese um, so dass beide Processe zeitlich nicht von einander zu trennen sind.

Mit Roux annehmend, dass die so ungeheuer complicirte Structur der Schwanzflosse der Wale unmöglich durch das Princip der Darwinschen Individualauslese allein erklärt werden kann, und vollständig auf dem Boden des von Roux aufgestellten Princips der functionellen Anpassung stehend, welches allein die Erklärung für derartige complicirte Gewebsstructuren liefert, möchte ich nochmals auf die Thatsache hinweisen, dass schon die kleinsten Embryonen in der ersten Anlage der Schwanzflosse auch die Anlagen jener Structuren erkennen lassen.

Die durch die Mechanik der Flossenbewegung bedingte Structur vererbt sich also und lässt sich schon bei sehr kleinen Embryonen nachweisen. Die Wahrscheinlichkeit aber, dass die Regelmässigkeit der Anordnung so vieler Milliarden bindegewebiger Fasern durch das Princip der Auslese, auf Grund der Variabilität der Arten, erklärt werden kann, erscheint mir sehr gering gegenüber der Annahme, dass sie im Leben der Individuen durch die Function der Schwanzflosse hervorgerufen ist und sich als sogenannte erworbene Eigenschaft auf die Schwanzflosse der Embryonen vererbt.

3. Die Rückenflosse.

Ueber das Erscheinen der Rückenflosse beim Embryo sind die Meinungen sehr getheilt. Während Eschricht [1]) schreibt: »Es erscheint die Rückenflosse bereits sehr früh im Fötusleben, so dass ich sie weder an dem nur 8 Zoll langen Vaagewal-Fötus, noch an dem $2^1/_2$'' langen Braunfisch-Fötus — dem kleinsten Fötus von Walthieren mit Rückenflosse, den ich überhaupt gesehen — vermisst habe. — Auch steht sie

1) Eschricht, l. c. p. 76.

allem Anscheine nach gleich anfangs an dem für sie normal bleibenden Platze.« Ryder [1]) ist anderer Meinung und glaubt aus dem späteren Erscheinen der Rückenflosse gegenüber der Schwanzflosse schliessen zu können, dass beides ganz verschiedenartige Bildungen sind, erstere nur eine Hautbildung, letztere die umgewandelten terminalen Theile der Hinterextremitäten.

Zu meinen eigenen Beobachtungen in dieser Richtung übergehend, möchte ich zuvörderst bemerken, dass in den frühesten embryonalen Stadien zwar eine Rückenflosse nicht vorhanden ist, wohl aber ein dorsaler Hautkamm, der sich besonders über den hinteren Theil des Rückens hinweg bis zum Schwanze erstreckt.

Aus diesem primären Hautkamm entwickelt sich erst später an einer bestimmten Stelle die Rückenflosse.

Den dorsalen Hautkamm sehe ich auch bei Embryonen, welche in erwachsenem Zustande keine Spur von einer Rückenflosse zeigen; er persistirt hier länger als bei solchen Embryonen, bei denen sich aus ihm eine Rückenflosse entwickelt. So sehe ich den dorsalen Hautkamm an meinen sämmtlichen Embryonen von *Beluga leucas*, an denen von *Monodon monoceros* und fernerhin auch an dem schon 42 cm langen Embryo von *Neomeris phocaenoides*, welcher bekanntlich ebenfalls im erwachsenen Zustande die Rückenflosse fehlt.

Wie sich also die beiden Flügel der Schwanzflosse aus lateralen Hautfalten des Schwanzes entwickeln, so bildet sich auch die Rückenflosse aus einer unpaaren dorsalen Hautfalte heraus.

Roux [2]), welcher die Structur der Schwanzflosse des Delphins zum Gegenstande einer genauen Darstellung macht, erwähnt auch für die Rückenflosse, dass sie aus Schichten senkrecht zu einander stehender Fasersysteme von functionell bestimmter Krümmung besteht.

Die Function der Rückenflosse ist eine sehr einfache, sie ist nur eine Art dorsaler Kiel zur Erhaltung des Gleichgewichts, d. h. der Vermeidung der Drehung um die Längsaxe. Eine active Bewegungsmöglichkeit fehlt ihr, da sie mit keinerlei Muskeln in Verbindung steht.

In allen von mir untersuchten Rückenflossen verschiedener Zahnwale herrschte im Aufbau eine grosse Uebereinstimmung. Eine Beschreibung der Lagerung der einzelnen Faserzüge vermeidend, will ich nur auf die Fig. 41, Taf. XVII, verweisen, welche einen Horizontalschnitt durch die Rückenflosse eines erwachsenen Döglings darstellt. Ich zweifle nicht daran, dass es, ebenso wie es von Roux für die Schwanzflosse geschehen ist, gelingen würde, die Structur des Bindegewebes der Rückenflosse mit ihrer Function in causalen Zusammenhang zu bringen und als durch functionelle Anpassung entstanden zu erklären, es würde dieses Unternehmen aber aus dem Rahmen meiner Arbeit heraustreten.

Die Ausbildung der Rückenflosse variirt bei den verschiedenen Arten sehr stark. Bleiben wir zunächst bei den Zahnwalen, so können wir folgende Progression aufstellen:

1) Die Rückenflosse fehlt bei Erwachsenen wie Embryonen, bei letzteren ist nur ein niedriger dorsaler Hautkamm in der hinteren Körperhälfte vorhanden (*Beluga leucas, Neomeris phocaenoides*).

2) Der dorsale Hautkamm erhält sich auch beim Erwachsenen, eine distincte Rückenflosse kommt aber nicht zur Ausbildung (*Monodon monoceros*).

3) An einer Stelle des dorsalen Hautkammes, der sich bis zum Schwanzende hinzieht, entwickelt sich eine niedrige Rückenflosse (*Physeter macrocephalus*).

4) Die Rückenflosse ist zwar niedrig, aber doch deutlich ausgebildet (*Platanista, Inia*), sie nimmt an

1) Ryder, l. c.
2) Roux, l. c. p. 152.

Höhe etwas zu (*Cephalorhynchus, Phocaena, Orcella* und *Sotalia*) und wird noch etwas höher (*Globiocephalus, Ziphius, Hyperoodon*).

5) Die Rückenflosse erreicht an Höhe mehr als die Hälfte ihrer Basis (*Delphinus, Steno, Tursiops, Lagenorhynchus*).

6) Die Rückenflosse erreicht an Höhe die Länge der Basis (*Grampus griseus*).

7) Die Rückenflosse übertrifft an Höhe die Länge der Basis (*Orca gladiator*).

Aus dieser Reihe — die natürlich nicht irgendwie phylogenetisch verwendet werden kann — ergiebt sich zunächst, dass die Flussdelphine und die in seichten Küstengewässern lebenden (*Monodon, Beluga*) die geringste Ausbildung der Rückenflosse zeigen, die auf hoher See lebenden dagegen eine grössere. Die höchste Rückenflosse hat der Schwertwal, ein Thier, welches als grimmigstes Raubthier des Meeres eine ungeheure Schnelligkeit der Bewegung hat. Sicherlich sind aber noch andere Momente für die verschiedenartige Ausbildung der Rückenflosse maassgebend, so die Bildung des Kopfes. Diejenigen Zahnwale, welche einen langen, spitz zulaufenden Kopf besitzen wie die *Delphine* und ihre nächstverwandten Gattungen, haben eine höhere Rückenflosse als diejenigen, welche einen dicken Vorderkopf besitzen, wie *Globiocephalus* und *Hyperoodon*. Die starke Entwickelung des Vorderkopfes macht die Rückenflosse mehr oder weniger functionslos, und um diesem zu begegnen, finden wir beim *Globiocephalus* ein Vorrücken der Rückenflosse nach vorn, so dass sie innerhalb der vorderen Hälfte des Rückens zu liegen kommt. Dieses enorme Wachsthum des Vorderkopfes ist wohl auch einer der Gründe, weshalb die Rückenflosse des Pottwales so klein bleibt.

Verhältnismässig einfach liegen die Verhältnisse bei den Bartenwalen. Bei den *Balaenopteriden* haben wir eine sehr kleine Rückenflosse im Beginn des hinteren Viertels des Körpers, und bei den *Balaeniden* ist selbst von dieser kleinen Flosse nichts zu sehen. Die Ursache ist die enorme Entwickelung des Kopfes der Bartenwale. Sehen wir uns den Kopf eines Finwales näher an, so fällt uns zunächst die ausserordentliche Vergrösserung der Mundhöhle auf. Grund zu dieser starken Ausbildung liegt in der Art der Nahrungsaufnahme. Gleichzeitig wirkte aber ein anderes Moment bei der Umbildung und Vergrösserung des Kopfes mit ein, nämlich das Bestreben, der Vorwärtsbewegung des Thieres möglichst wenig Widerstand entgegenzusetzen. Das wurde einmal erreicht dadurch, dass der Kopf spitz zuläuft, dann durch die Bildung der Furchen, welche eine räumliche Verkleinerung des Kehlsackes gestatten, und ferner durch den gesammten Bau der Kopfregion. Der Unterkiefer mit seinem im gewöhnlichen Zustande flachen Mundhöhlenboden gleicht durchaus einem flachen, kiellosen Boote, der Oberkiefer steigt sehr sanft an und vermag sonach bei der Vorwärtsbewegung das Wasser leicht zu durchschneiden. In der Mitte des Oberkiefers verläuft ein scharf vorspringender Kiel nach vorn, besonders stark ausgebildet bei *Balaenoptera Sibbaldii*. Dieser Kiel gleicht nun, seiner Wirkung nach, durchaus der Rückenflosse, welche dadurch mehr und mehr überflüssig wird.

Man darf sich überhaupt nicht vorstellen, als ob die Rückenflosse allein die Function zu übernehmen hat, das Gleichgewicht herzustellen. Als Gleichgewichtsorgan fungirt ebenfalls die den Körper umgebende Speckschicht, welche besonders mächtig auf dem Rücken entwickelt ist, ferner dienen zur Herstellung des Gleichgewichts auch die Brustflossen, und bei den Bartenwalen auch die mächtigen, flachbootartigen Unterkiefer.

Sehen wir so bei den Finwalen die Rückenflosse functionslos werden, so ist sie bei den Glattwalen (*Balaeniden*) überhaupt nicht vorhanden, da bei diesen der Process der Vergrösserung des Kopfes noch beträchtlich weiter vorgeschritten ist.

So haben wir also in der Rückenflosse der Wale ein Organ vor uns, welches, von untergeordneter physiologischer Bedeutung, zur Beibehaltung der Körperlage beim Schwimmen dient, und bei einer Anzahl Arten durch die Herausbildung anderer Organisationseigenthümlichkeiten in seiner Function ersetzt und rudimentär werden kann.

4. Die Brustflosse.

Die Brustflosse der Cetaceen entspricht der Vorderextremität der landbewohnenden Säugethiere und hat sich vollkommen der Function der Locomotion im Wasser angepasst. Die dadurch bewirkten Veränderungen sind ausserordentlich tiefgreifende und weisen bei den beiden Unterordnungen der Cetaceen, den Zahn- und Bartenwalen, grosse Verschiedenheiten auf. Der Hauptunterschied in der Brustflosse der Zahn- und der Bartenwale ist der, dass die erstere im Allgemeinen eine mehr rundliche kurze, letztere eine längliche schmale Form besitzt. Dem entsprechend ist auch das Verhältnis zur Körperlänge bei den Zahnwalen im Durchschnitt etwas geringer als bei den Bartenwalen, wo die Flosse (*Megaptera boops*) fast ein Drittel der Körperlänge erreichen kann. Auch im Skelet der Flosse prägt sich ein scharfer Unterschied aus: in die Flosse der Zahnwale tritt der sehr kurze Humerus nicht mit herein, und auch der unterste Theil der kurzen und flachen Unterarmknochen ist vielfach noch im Körper enthalten. Wenig entwickelt ist auch der Carpus, während das Fingerskelet eine ausserordentliche Mächtigkeit erreicht und die Hauptstütze für die Brustflosse liefert. Bei den Bartenwalen dagegen tritt der ebenfalls sehr kurze Oberarm mehr oder minder in die Flosse ein, und die gänzlich darin liegenden Unterarmknochen haben eine bedeutende Mächtigkeit, so dass sie etwa bis zur Hälfte der Flosse reichen, während das Fingerskelet verhältnismässig kürzer ist.

Neben diesen und anderen weniger auffallenden Verschiedenheiten findet sich aber auch in beiden Flossen viel Gemeinsames. So ist die das gesammte Skelet umhüllende Schwimmhaut an dem radialen Rande sehr viel stärker entwickelt als an dem ulnaren. Ferner ist die Anheftung an den Körper die gleiche, indem die Flossen in der Nichtaction nach hinten und etwas ventralwärts gerichtet sind und der Körperwand dicht anliegen. Auch ist der Punkt ihres Ansatzes an den Körper im Grossen und Ganzen auf gleicher Höhe gelegen, wie der Schwerpunkt des gesammten Thieres.

Die merkwürdigen, von dem Aufbau der typischen Säugethierextremität so abweichenden Verhältnisse in der Vorderflosse der Wale sind schon häufig zum Gegenstande eingehenderer Untersuchungen gemacht worden, von denen in neuerer Zeit als besonders hervorragende die von M. Weber und von Lebouco zu nennen sind. Auch ich habe mich im ersten Bande meiner Walstudien mit diesen Fragen beschäftigt. Wie weit wir aber noch zur Zeit von deren Lösung entfernt sind, erhellt aus dem Umstande, dass ein jeder der drei genannten Autoren einen vollständig verschiedenen principiellen Standpunkt vertritt.

Schon aus diesem Grunde ist es wünschenswerth, dass die Studien an der Vorderextremität der Wale weiter fortgesetzt werden. Hierzu kommt noch die Schwierigkeit, sich brauchbares Material zu verschaffen, welcher Umstand die Ursache ist, dass noch immer grosse Lücken in unserer Kenntnis der thatsächlichen Verhältnisse in den Vorderextremitäten einzelner Arten existiren.

Demgemäss habe ich in vorliegendem Kapitel folgende Anordnung des Stoffes getroffen. Im ersten Theile werde ich mich bemühen, neues Thatsachenmaterial zu bringen, und zwar sowohl von einzelnen noch nicht eingehender untersuchten Zahnwalarten, als auch von den Bartenwalen insgesammt, von denen eine zusammenhängende Bearbeitung ihrer Vorderextremität überhaupt noch nicht existirt. In diesen Abschnitt ziehe ich die Entwickelungsgeschichte nur so weit hinein, als es mir zur Begründung der Homologisirung der einzelnen Theile — besonders des Carpus — nothwendig erscheint.

Ein zweiter Abschnitt soll die Entwickelungsgeschichte der Vorderextremität enthalten, soweit sie auf Grund des vorhandenen Materiales sich geben lässt, und im letzten Theile will ich versuchen die

causalen Beziehungen aufzudecken, welche zwischen den functionellen Anforderungen, die an die Flosse gestellt werden, und ihrem Aufbau existiren. Mit Zuhilfenahme der in den beiden ersten Abschnitten erhaltenen Resultate will ich es alsdann unternehmen, den stammesgeschichtlichen Verlauf, den die Umbildung einer typischen Säugethiervorderextremität zur Brustflosse der Wale genommen hat, in seinen Grundzügen festzustellen.

1. Ueber das Handskelet einiger Zahnwale.

Platanista gangetica.

Der Carpus dieses seltenen Wales ist in mehrfacher Hinsicht von Interesse, besonders durch die überaus grosse Variabilität seiner Ausbildung. Am eingehendsten wurde er beschrieben von ANDERSON[1]), dem wir zunächst folgen wollen. Nach diesem Autor besteht der Carpus des Gangesdelphins aus 6 discreten Stücken, von denen 4 in der proximalen, 2 in der distalen Reihe liegen (s. Fig. 2). Die einzelnen Carpalstücke werden von ihm folgendermaassen gedeutet: In der Mitte zwischen Radius und Ulna liegt das Intermedium, das nach der ulnaren Seite zu liegende Element hält er, obwohl es nur einen Knochenkern hat, für das Ulnare sammt Hamatum; das nach der radialen Seite zu liegende, dem Intermedium benachbarte für das Radiale, das nach aussen von letzterem liegende, ebenfalls an den Radius anstossende für das Carpale distale 1. Die beiden unter dem zweiten und dritten Finger liegenden Carpalstücke sind nach ihm Carpale distale 2 und Carpale distale 3.

Diese Deutungen sind, wie ich gleich nachweisen werde, theilweise unrichtig, doch möchte ich noch zuvor darauf aufmerksam machen, dass ANDERSON sehr merkwürdige Reductionen des Carpus angiebt. So hat er *Platanisten* gefunden, welche nur noch 3 Carpalelemente hatten. In diesem Falle waren folgende Verschmelzungen vor sich gegangen: das den 4. und 5. Finger tragende Element war mit der Ulna verschmolzen, das als Carpale distale 3 gedeutete bildete mit dem Intermedium ein Knochenstück, und die beiden radial von letzterem gelegenen Carpalia waren zu einem einheitlichen Stück zusammengeflossen, so dass in der distalen Reihe nur ein Carpalstück c_2 übrig blieb. Derartige Verschmelzungen, welche bis zu einer Reduction der Carpalia auf 3 führten, fand er nun nicht etwa bei alten Individuen als Resultat von Ankylose, sondern schon bei jungen Thieren.

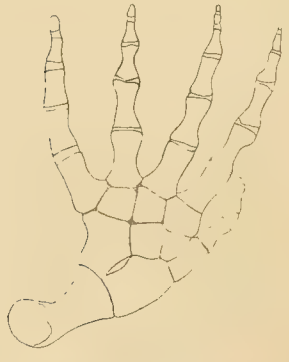


Fig. 2.
Handskelet einer erwachsenen *Platanista gangetica*. $^1/_3$ nat. Gr. (Nach ANDERSON).

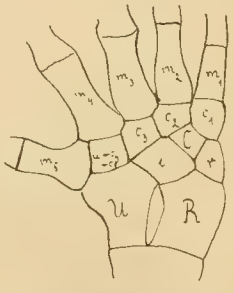


Fig. 3.
Linker Carpus einer *Platanista gangetica* (Leidener Museum). $^1/_2$ nat. Gr.

Eine weitere Modification beschreibt er vom Carpus eines Fötus. Bei diesem waren die beiden radial von dem Intermedium gelegenen Carpalstücke nicht durch eine in der Längsrichtung, sondern in der Querrichtung ziehende Linie getrennt, so dass also nur ein Stück, ANDERSON's Radiale, dem Radius auflag, während das andere, sein c_1, vollständig von letzterem getrennt war.

Meine eigenen Untersuchungen erstrecken sich auf eine Anzahl Hände, welche ich in den Museen von London und Leiden vorfand. In 5 Fällen hatte ich dasselbe Bild vor mir, welches

1) J. ANDERSON, Anatomical and zoological researches comprising an account of the zoological results of the two expeditions to Western Yunnan in 1868 and 1875. London 1878. p. 540. Taf. XLI.

Anderson giebt (s. Fig. 2), bei dem in Leidener Museum aufgestellten Exemplare fand ich indessen etwas andere Verhältnisse vor. An der rechten Hand sehe ich nämlich das von Anderson als c_1 bezeichnete Carpalstück in der Mitte von der inneren Seite her etwas eingeschnitten, und an der anderen Hand desselben Thieres ist dieser Einschnitt durchgegangen und hat das Element in 2 Theile getrennt, die in der Längsrichtung hinter einander liegen (Fig. 3). Letzteres Bild giebt ohne weiteres die Lösung der Frage, wie der Carpus des Gangesdelphins zu deuten ist: das von Anderson als Carpale 1 bezeichnete Element besteht aus dem Radiale und dem Carpale 1, und das Element, welches Anderson als Radiale auffasste, ist nichts weiter als ein typisch gelagertes Centrale. Der Vergleich mit den Handwurzeln anderer Zahnwale wird mir ohne Weiteres in meiner Deutung Recht geben. Weber[1]), welcher nur nach den Figuren von Van Beneden und Gervais[2]) urtheilt, glaubt ebenfalls an das Vorhandensein eines Centrale, irrt sich aber in der Deutung der anderen radial gelegenen Elemente, indem er unser c_2 fälschlich als c_1 auffasst und der Meinung ist, dass c_1 verschwunden ist.

Haben wir somit einen Carpus von *Platanista* vor uns, der die Zahl 6 um ein Element überschreitet, so kann ich noch eine weitere Beobachtung an einem Exemplare im Royal College of Surgeons in London hinzufügen, wo 8 Carpalelemente vorhanden waren. Der Bau des Carpus ist der gleiche wie beim Leidener Exemplar, nur theilt sich das von mir als Centrale angesprochene Carpalstück in zwei Elemente, die ich als Centrale 1 und 2 auffasse (s. Fig. 4).

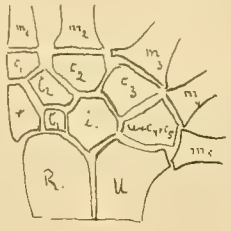
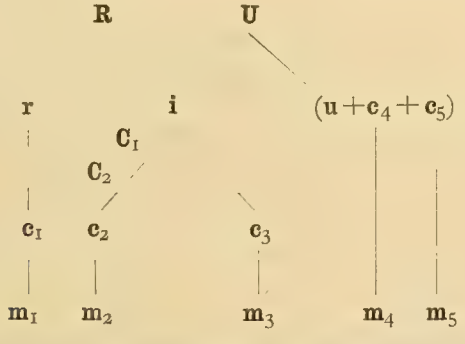


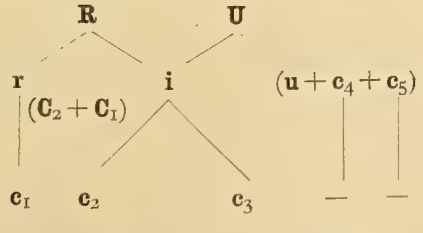
Fig. 4.
Rechter Carpus einer *Platanista gangetica* (Royal College of Surgeons London). ca. ½ nat. Gr.

Ich bin somit, was die radiale Seite des Carpus anbetrifft, zu abweichender Deutung gekommen, für die ulnare Seite schliesse ich mich der Auffassung Anderson's an.

Um die Art der Variationen besser überschauen zu können, wähle ich die schon früher von mir benutzte schematische Darstellung und beginne mit dem complicirtesten Carpus:

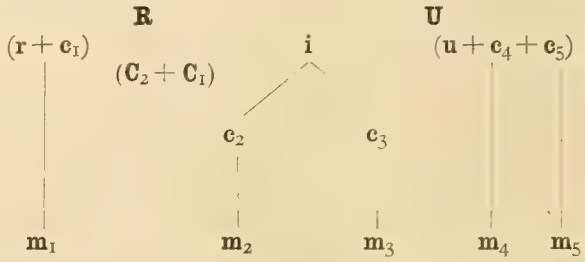


Durch Verschmelzung der beiden Centralien ergiebt sich folgende einfache Form (Leidener Exemplar):

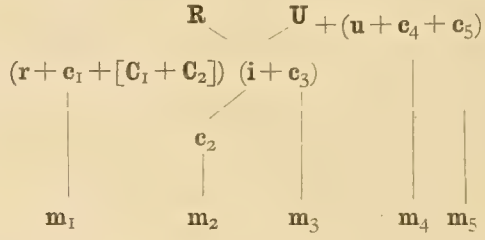


1) M. Weber, Anatomisches über Cetaceen. Morphol. Jahrb. Bd. XIII. p. 629.
2) Ostéographie des Cetacées.

Es verschmilzt nunmehr das Radiale mit dem Carpale distale 1, und wir erhalten das Schema, nach welchem anscheinend die meisten Handwurzeln des Gangesdelphins gebaut sind:



Eine Reihe von weiteren Verschmelzungen übergehend, nähern wir uns dem Endglied:



Ueber die Phalangenzahlen giebt Anderson Folgendes an (die Metacarpalia eingerechnet):

Finger:	I	II	III	IV	V
Phalangenzahl:	2	5	5	5	5

Aus seiner beigegebenen Abbildung (Tafel 41) ersehe ich aber, dass die Spitzen des zweiten und dritten Fingers noch weitere kleine Knochenkerne tragen, so dass ich die Zahl:

2 6 6 5 5

daraus entnehmen möchte.

So misslich es nun an und für sich ist, an Skeleten, welche in Museen aufgestellt sind, Zählungen der Phalangen vorzunehmen, so darf ich es doch in vorliegendem Falle wagen, die Phalangenzahl einer im Royal College of Surgeons aufbewahrten Hand eines jungen Gangesdelphins aufzuführen, da diese Hand nicht skeletirt, sondern nur vorsichtig getrocknet war; ich fand folgende Zahlen:

2 6 6 6 7

und zwar besassen die Endphalangen keinen Knochenkern, sondern waren noch knorpelig, aber sehr distinct von der vorletzten geschieden. Der fünfte Finger zeigte sogar die letzten zwei Phalangen in voller Ausbildung und deutlich von einander getrennt, aber ohne Knochenkerne.

Es scheint mir demnach wiederum hier das Gesetz zu walten, dass die Phalangenzahlen bei jüngeren Individuen höher sind als bei älteren.

Orcella fluminalis Anderson.

Von *Orcella fluminalis* haben wir eine gute Abbildung der Hand auf Taf. 42 des Anderson'schen Werkes über die Expedition nach West-Yunnan.

Wie ein Blick auf nachstehende Reproduction (Fig. 5) zeigt, ist auch bei diesem Flussdelphin die Reduction des Carpus ziemlich weit vorangeschritten. In der ersten Reihe liegen 5, in der zweiten nur 1 Carpalstück. Die Deutungen, welche ihnen Anderson giebt, scheinen mir ziemlich willkürliche, wenigstens für die ulnare Seite zu sein, und ich möchte eine andere Darstellung des Carpusbaues versuchen,

welche mehr auf die Vergleichung mit anderen Cetaceenhandwurzeln gegründet ist. Das am weitesten radial liegende Stück ist das Radiale, ihm sitzt ein kleines längliches Stück auf, in welchem ich das verschmolzene Carpale distale 1 und Metacarpale 1 sehe, ein Verhalten, wie wir es bereits des öfteren angetroffen haben.

Das Intermedium ist etwas auf die radiale Seite gedrängt, indem ein Carpalstück der zweiten Reihe in die erste herabgedrückt worden ist und nun zwischen Intermedium und Ulnare zu liegen kommt. Das zweite in der ersten Reihe liegende Carpalstück, von der radialen Seite aus gerechnet, ist demnach das Intermedium, das vierte das Ulnare. Somit haben wir die ursprünglichen drei proximalen Carpalien bestimmt. Der zweiten Reihe gehören an: erstens ein typisches Carpale distale 2, zweitens ein Carpalstück, welches, wie erwähnt, zwischen Intermedium und Ulnare tritt, unter dem 3. Finger liegt und von mir als Carpale distale 3 angesprochen wird. Carpale distale 4 ist verschwunden, wahrscheinlich ist es in dem Ulnare enthalten, Carpale distale 5 scheint mir dagegen in dem am meisten ulnar gelegenen Element enthalten zu sein, welches vielleicht noch das Metacarpale 5 enthält.

Wir können uns unschwer vorstellen, wie sich dieser Carpus umgebildet hat, wenn wir annehmen, dass besonders auf seiner ulnaren Seite ein Druck von der distalen Seite her stattgefunden hat, dem die einzelnen Elemente dadurch nachgegeben haben, dass sie sich ineinander schoben und theilweise verschmolzen.

Fig. 5.
Handskelet von *Orcella fluminalis* (nach ANDERSON) $^2/_3$ nat. Gr.

Von den Fingern ist der, von einem stattlichen distalen Carpale getragene zweite der grösste, die Phalangenzahl ist nach der Abbildung die folgende:

I	II	III	IV	V
2	8	6	3	1

An das Ende eines jeden Fingers setzt sich noch ein etwas verbreitertes Knorpelende an, so dass ihre Phalangenzahl vielleicht noch grösser gewesen ist.

Der fünfte Finger ist bereits gänzlich rudimentär, er besteht nur aus einem kurzen Knorpelstück, ohne jede Verknöcherung, welches mit der Basis anscheinend verschmolzen ist.

Von *Orcella brevirostris* OWEN giebt ANDERSON eine ganz ähnliche Zusammensetzung der Hand an, nur scheint die Phalangenzahl etwas kleiner zu sein:

I	II	III	IV	V
3	6—7	7	3	1 - 2

Neomeris phocaenoides CUV.

Obwohl mehrere Beschreibungen vom Skelet dieses seltenen Flussdelphins existiren, möchte ich doch darauf verzichten, sie zur vorliegenden Untersuchung des Handskeletes heranzuziehen, da sie theils nur angeben, was an skeletirten Flossen zu sehen ist, theils nur kurze Bemerkungen über die äussere Form der Brustflossen enthalten.

Zu vorliegenden Beobachtungen stand mir ein wohl conservirter Embryo von 52 cm Länge zur Verfügung, und ausserdem der getrocknete Carpus von dessen Mutter, die aus dem Hafen von Bombay stammt. Beide Präparate werden im Natural History Museum in London aufbewahrt.

Wir haben hier die interessante Erscheinung vor uns, dass der Carpus des erwachsenen Thieres viel complicirter gebaut ist als der des Embryos, da ersterer 5, der letztere aber nur 3 Carpalelemente enthält. Es wäre aber durchaus falsch, daraus den Schluss ziehen zu wollen, dass im Laufe der Entwickelung noch secundäre Trennungen erfolgen, welche zuletzt die Elemente des erwachsenen Carpus liefern, wir brauchen uns nur an die Verhältnisse zu erinnern, welche bei *Platanista gangetica* vorkommen, um sofort hier eine ganz ähnliche Variationserscheinung zu erkennen. Es ist also auch bei diesem Süsswasserdelphin die Variabilität der Carpuszusammensetzung eine sehr grosse. Zweifellos würde der Embryo, wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, geboren zu werden und seine volle Grösse zu erreichen, dieselbe geringe Anzahl von Carpalelementen behalten haben.

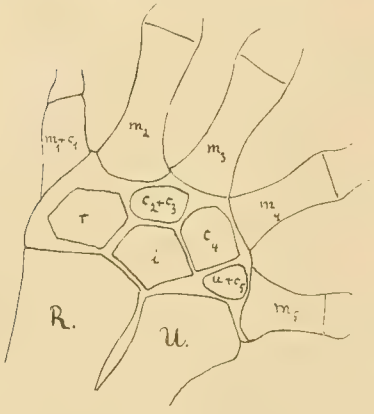
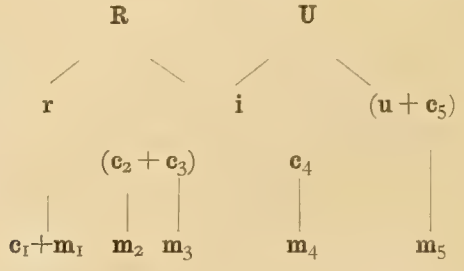


Fig. 6.
Carpus einer erwachsenen *Neomeris phocaenoides* (Londoner Museum).

Gehen wir von dem erwachsenen Thiere aus, so sehen wir eine Zusammensetzung des Carpus (Fig. 6), ganz ähnlich wie sie uns *Phocaena communis* zeigt, drei proximale und zwei distale Carpalien. Die drei proximalen sind ohne weiteres als Radiale, Intermedium und Ulnare zu erkennen, die beiden distalen als Carpale distale 2, verschmolzen mit Carpale distale 3 und Carpale distale 4. Wo bleiben nun die anderen Carpalelemente? Nach der Natur des ersten Metacarpale, besonders wegen seiner tief in den Carpus hineinreichenden Lage, scheint mir in ihm das erste distale Carpale enthalten zu sein. Vom fünften sieht man ebenfalls keine Spur, nach Analogie mit anderen Handwurzeln von Delphiniden werden wir es in dem Ulnare zu suchen haben.

Das Schema für den Carpus des erwachsenen Thieres ist also folgendes:



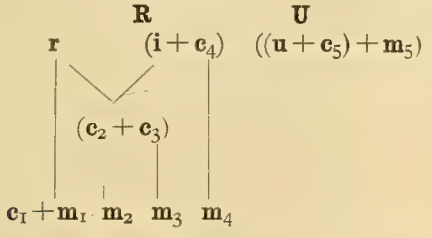
Die gleiche Zusammensetzung fand ich in der Hand eines erwachsenen Thieres aus dem Yangtse-kiang.

Ganz anders stellt sich für den ersten Anblick der Carpus des Embryos dar, wir sehen nur drei Carpalia, und eines davon ist so klein, dass es dem Blicke fast verschwindet (s. Fig. 7). Das am meisten radial gelegene ist am leichtesten zu homologisiren, es ist das Radiale. Nach innen zu folgt auf dieses ein zweites proximales Carpalstück von sehr ansehnlicher Grösse, in seinem unteren zwischen Radius und Ulna gelegenen Theile entspricht es unzweifelhaft dem Intermedium, in seinem oberen Theile stösst es mit breiter Fläche an die Basis des Metacarpale 4 an, es lässt sich also, wenn wir dieses Bild mit dem beim Erwachsenen vergleichen, annehmen, dass wir hier das Carpale distale 4 vor uns haben, welches mit dem Intermedium verschmolzen ist. Dieser Vorgang ist genau der gleiche, wie wir ihn bereits beim Gangesdelphin kennen gelernt haben.

Es bleibt nun noch die ulnare Seite übrig, hier sehen wir beim Embryo ein breites Carpalstück, welches sich distalwärts umbiegt und das Metacarpale des fünften Fingers bildet. Es ist demnach eine Verschmelzung des Ulnare mit dem Metacarpale 5 eingetreten.

Das einzige freie distale Carpale ist ein sehr kleines Knorpelstück, welches zwischen den Metacarpalien 2 und 3 einerseits, dem Radiale und Intermedium + Carpale 4 andererseits eingekeilt ist: es ist seiner Lage nach als Carpale distale 2 + Carpale distale 3 aufzufassen.

Das Schema für den Carpus des *Neomeris*-Embryo würde also sein:



Die Phalangenzahl konnte ich mit voller Sicherheit nur für den Embryo, nicht für die Mutter, feststellen, sie beträgt:

Finger:	I	II	III	IV	V
Phalangenzahl:	2	6	6	3	3

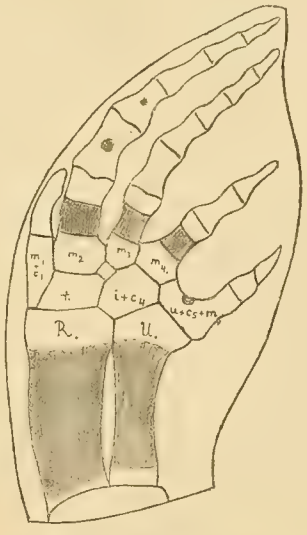


Fig. 7.
Handskelet eines Embryos von *Neomeris phocaenoides*.

Für die Hand des erwachsenen Exemplars aus dem Yang-tse-Kiang fand ich folgende Phalangenzahlen:

I	II	III	IV	V
2	5	5	3	2

so dass auch hier wieder das allgemeine Gesetz zu constatiren ist, dass die Phalangenzahl bei Zahnwalen im Laufe der Entwickelung abnimmt.

Von Interesse ist auch die Entwickelung der Verknöcherung. Knochenkerne finden sich in den Carpalien des Embryos nur in einem Falle, in dem grossen ulnaren Stück, und auch dieser Knochenkern scheint mehr zum verschmolzenen Metacarpale 5 zu gehören. Sonst tragen auch die drei mittleren Metacarpalien grössere Knochenkerne, sowie von Phalangen die zwei proximalen Phalangen des zweiten Fingers.

Sotalia.

Ueber den Carpus der *Sotalia* liegt neben kurzen älteren Angaben eine eingehendere Mittheilung vor von E. VAN BENEDEN [1]). Dieser Autor bildet 2 Vorderextremitäten eines Exemplares von *Sotalia guyanensis* ab, welche die Eigenthümlichkeit zeigen, dass in der linken Hand ein getrenntes Radiale und Metacarpale 1 vorkommt, während in der rechten Hand beide verschmolzen sind. Die Deutung der übrigen Carpaltheile ist meiner Ansicht nach nicht richtig; sie sind vielmehr folgendermaassen aufzufassen (s. Fig. 8 und 9). In der proximalen Reihe liegen Radiale, Intermedium und Ulnare, das Radiale enthält aber in seinem distalen

1) E. VAN BENEDEN, Mémoire sur un dauphin nouveau de la baie de Rio de Janeiro, désigné sous le nom de *Sotalia brasiliensis*. Bruxelles 1874. p. 41.

Theile das Carpale distale 1, oder die Verschmelzung kann noch weitergehen und auch das Metacarpale 1 mit einfassen, so dass in diesem Falle Radiale, Carpale distale 1 und Metacarpale zu einem Stück verbunden sind (siehe Fig. 8).

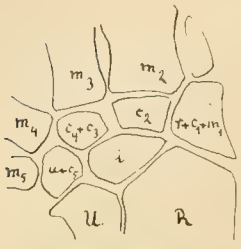


Fig. 8.

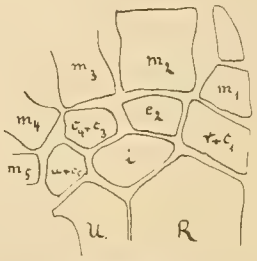
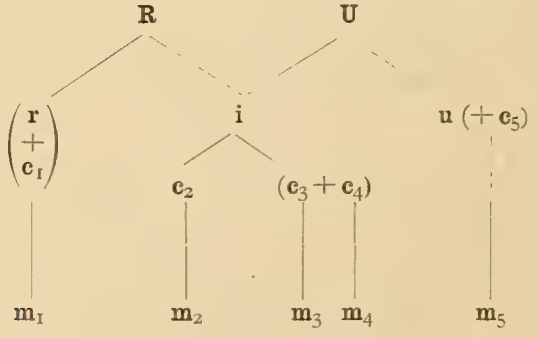


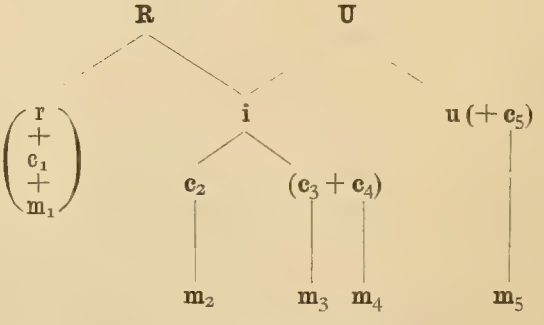
Fig. 9.

Handskelet von *Sotalia guyanensis* (nach E. VAN BENEDEN).

In der distalen Reihe finden sich zwei Carpalelemente. E. VAN BENEDEN erleichtert sich die Deutung sehr, indem er annimmt, dass das erste aus den drei ersten verschmolzenen Carpalien bestehe, das ulnar gelegene ein Hamatum darstelle. So einfach verhält sich indessen die Sache nicht. Dass c_1 nicht in dem ersten freien distalen Carpale enthalten ist, können wir nach dessen Lage als sicher annehmen, vielmehr entspricht letzteres bei *Sotalia guyanensis* ausschliesslich dem Carpale distale 2. Das ulnar gelegene distale Carpalstück kann unmöglich ein Hamatum sein, da es ja um die ganze Breite des vierten Fingers von dem Metacarpale 5 entfernt ist, wir können es nur als Carpale distale 3, eventuell das Verschmelzungsproduct von c_3 und c_4 betrachten. Das Ulnare enthält, wie bei so vielen Zahnwalen, das Carpale distale 5, vielleicht aber auch das Hamatum, und das Carpale distale entspricht dann nur c_3. Das Schema für den Carpus von *Sotalia guyanensis* würde demnach lauten:



und für die rechte Hand:



Das Bild, welches E. VAN BENEDEN von der Hand von *Sotalia brasiliensis* entwirft, ist durchaus dem vorigen ähnlich, nur haben sich die beiden distalen Carpalien etwas weiter ulnarwärts gelagert, so dass das erste zwischen Metacarpale 2 und Metacarpale 3 zu liegen kommt; da ausserdem das zweite zwischen Metacarpale 3 und 4 liegt, so ist aus dieser Lage nichts für die Deutung dieser beiden distalen Carpalien zu

entnehmen. Entweder ist das eine c_2 oder c_2+c_3 und dementsprechend das andere c_3+c_4 oder c_4 allein. Das Radiale ist der Abbildung nach nur mit dem Carpale distale 1 verschmolzen.

In letzterer Verschmelzung scheint übrigens eine ziemliche Variabilität zu herrschen.

An einem Exemplar von *Sotalia sinensis* im Museum zu London, das sonst ganz dieselben Carpalverhältnisse aufzuweisen hatte, ging das Metacarpale 1 tief in den Carpus hinein, auf dem Radiale aufruhend, und es hatte ganz den Anschein, als ob in diesem Falle das Metacarpale 1 mit dem Carpale distale 1 verschmolzen wäre.

Noch ist zu erwähnen, dass VAN BENEDEN's *Sotalia brasiliensis* ein deutlich ausgeprägtes Pisiforme besitzt.

Die Phalangenzahl wird von VAN BENEDEN angegeben wie folgt:

I	II	III	IV	V
1—2	7	4	3	2

Aus der beigegebenen Abbildung ersehe ich indessen, dass der Autor nicht die knorpeligen, aber deutlich getrennten Endphalangen des 2., 3. und 5. Fingers mitgezählt hat.

Demnach ist die Phalangenzahl:

I	II	III	IV	V
1—2	8	5	3	3

Etwas andere Zahlen giebt FLOWER[1]) von *Sotalia sinensis*:

I	7	6	3	2

Bei *Sotalia pallida* geht nach P. VAN BENEDEN und GERVAIS die Verschmelzung der ersten Fingerreihe in der bereits bei *Sotalia guyanensis* angegebenen Weise vor sich, so dass ein einziges Stück existirt, welches c_1, m_1 und die erste Phalanx repräsentirt.

Die von mir herangezogenen Museumsexemplare waren für die genaue Aufstellung von Phalangenzahlen unbrauchbar, und es muss späteren Untersuchungen überlassen werden, diese Lücke genügend auszufüllen.

Kogia breviceps.

Die spärliche Literatur über diesen sehr wenig bekannten Wal lieferte mir nichts für die Verhältnisse des Carpus, und ich will mich daher in Folgendem damit begnügen, die an einer embryonalen Flosse gewonnenen Resultate hier niederzulegen, als Vergleichsmaterial für spätere Untersucher. Der Embryo von *Kogia breviceps* stammt von der Küste von Neu-Seeland, misst 11 cm. in der directen Länge und wird im Londoner Museum bewahrt. Durch Abpräpariren der das Handskelet bedeckenden weichen Theile erhielt ich beifolgendes Bild (s. Fig. 10).

Der Carpus bietet grosse Aehnlichkeit mit dem von *Platanista* (Fig. 2), nur inseriren bei ihm 5 Carpaltheile an Radius und Ulna, während sich von distalen Elementen nur eines vorfindet.

Eine Deutung der einzelnen Carpaltheile wird immer unsicher bleiben, solange man nicht über ein ausgedehnteres Material verfügt, einen Anhaltspunkt findet man nur, wenn man ähnliche Verhältnisse bei anderen Zahnwalen heranzieht.

Danach wäre das am meisten radial gelegene Carpalstück ein Radiale; während das ihm aufsitzende Metacarpale das Carpale distale 1 zu enthalten scheint.

---

1) H. FLOWER, On the characters and divisions of the Family Delphinidae. Proc. Zool. Soc. 1883. p. 479.

Auf das Radiale folgt in der proximalen Reihe ein Carpalstück, dessen Deutung sich nur ermöglichen lässt, wenn man die ähnlichen Verhältnisse bei *Platanista* ins Auge fasst. In Fig. 2 sehen wir ganz das gleiche Element, und hier haben wir es durch Vergleichung mit anderen Präparaten als Centrale bestimmen können. Es ist daher wahrscheinlich, dass es auch bei *Kogia* ein Centrale darstellt, welches eine bedeutendere Grösse aufweist, als es gewöhnlich im Carpus der Cetaceen der Fall ist.

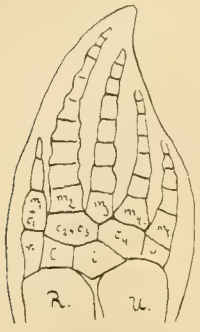


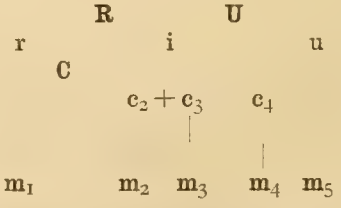
Fig. 10.
Handskelet eines Embryos von *Kogia breviceps* von 11 cm Länge. Vergrössert.

Das dritte proximale Carpalstück ist unzweifelhaft das Intermedium, da seine Lage eine durchaus typische ist. Es folgt nun ein viertes Stück, welches zugleich ein distales Carpale darstellt, und nur mit einer schmalen Facette die Ulna berührt. Es ist das bei Cetaceen kein so ungewöhnliches Verhalten eines distalen Carpale, so habe ich es von *Beluga leucas* angegeben und im ersten Bande dieser Studien, Taf. III, Fig. 1 abgebildet. Dort wie hier ist es das Carpale distale 4. Das am meisten ulnar gelegene Element ist das Ulnare.

Von distalen Carpalien ist das erste, wie schon gesagt, sehr wahrscheinlich im Metacarpale 1 enthalten, wenigstens spricht dessen Ausdehnung und Lage dafür, das darauf folgende ist c_2 oder, was wahrscheinlicher ist, $c_2 + c_3$. Dann folgt c_4 in mächtiger Entwickelung.

Wo bleibt nun c_5? Selbstverständlich lässt sich diese Frage an vorliegendem Object nicht lösen, ich habe aber bereits auf entwickelungsgeschichtlichem Wege[1]) festzustellen versucht, in welcher Weise das Verschwinden von c_5 im Cetaceencarpus erfolgt, und glaube auf dessen Grundlage schliessen zu dürfen, dass, nach der Gestalt von c_4 und Ulnare zu urtheilen, c_5 völlig unterdrückt worden ist. Vielleicht hat es als klein bleibendes Element eine Zeit lang mit c_4 in directem Zusammenhange gestanden und ist dann völlig unterdrückt worden, ein solches Verhalten finden wir wenigstens vereinzelt bei *Beluga*.

Im Grossen und Ganzen macht der Carpus von *Kogia breviceps* den Eindruck, als ob sich die Flosse secundär verbreitert hätte, und der ursprünglich dem typischen Delphincarpus mit der Formel:



gleichende *Kogia carpus* sich in Folge der Flossenverbreiterung in seinen einzelnen Elementen breiter entwickelt hätte. Obiges allgemeine Schema der Delphinflosse passt auch für ihn.

Die Phalangenzahlen vermag ich folgendermaassen anzugeben:

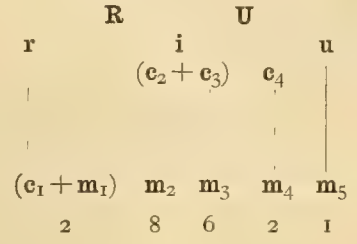
Finger:	I	II	III	IV	V
Phalangen:	3	10	8	7	5

Anhangsweise möchte ich hier erwähnen, dass eine ganz ähnliche Lagerung der Carpalia wie bei *Kogia* auch bei einem *Steno perspicillatus* vorkommt, der auf der Fahrt der »Gazelle« erbeutet und von Peters beschrieben wurde. Die vom Handskelet gegebene Abbildung[2]) ist in Bezug auf den Carpus nur dadurch von *Kogia* verschieden, dass bei letzterem noch ein von mir als Centrale gedeutetes Stück

1) Mittheilungen über den Carpus des Weisswales (die Bildung des Hamatums und das Vorkommen von zwei und drei Centralien). Morphol. Jahrb. 1892.

2) Die Forschungsreise S. M. S. »Gazelle« in den Jahren 1874—76. III. Theil. Tafel 9.

erscheint, während die Lagerung der übrigen Carpalia ganz die gleiche ist, und insbesondere das von mir als Carpale distale 4 aufgefasste Element auch bei diesem Delphin mit einer breiten Fläche an die Ulna herantritt. Die von PETERS den Carpalelementen gegebene Deutung halte ich für falsch, sein Multangulum majus ist das Radiale, sein Hamatum das Ulnare. Das Schema für den Carpus dieses Delphins würde nach meiner Auffassung sein:



Damit aber haben wir festgestellt, dass auch dieser Delphin einen Carpus hat, der von dem für die grosse Mehrzahl der Delphiniden gültigen Schema nicht abweicht.

Bereits im ersten Bande habe ich, in vollkommener Uebereinstimmung mit WEBER, angegeben, dass für die Mehrzahl der *Delphiniden* das vorhin gegebene Schema mit drei proximalen und zwei distalen Carpalien gültig ist, und dass Abweichungen nur durch Auftreten eines Centrale oder durch mehr oder minder weitgehende Verschmelzung einzelner Carpalelemente entstehen.

Bei ein paar Delphingattungen besitzt der Carpus ein Element mehr, indem das Carpale distale 1 nicht mit dem Metacarpale 1 (oder auch dem Radiale) verschmolzen ist, sondern sich hier vorfindet. Derartige Handwurzeln mit drei distalen Carpalien haben *Inia* und *Pontoporia*, wie ich neuerdings an der Hand von ein paar Exemplaren im Natural History Museum in London bestätigen kann. *Globiocephalus* ist insofern ein Uebergang zwischen beiden Gruppen, als bei ihm gelegentlich eine Verschmelzung des ersten distalen Carpale mit dem Metacarpale des ersten Fingers zu erfolgen scheint.

Einen höheren Zustand der Carpalentwickelung repräsentiren die beiden Zahnwalgattungen *Beluga* und *Monodon*, von denen ich die erstere bereits eingehend im ersten Bande, sowie in einer Abhandlung [1]) auf diese Verhältnisse hin untersucht habe, während der Carpus der letzteren von LEBOUCQ klargelegt worden ist. In dem entwickelungsgeschichtlichen Abschnitte über die Brustflosse werde ich kurz darauf zurückzukommen haben, hier genügt es, nochmals hervorzuheben, dass *Beluga* und *Monodon* einen aus mehr Elementen bestehenden Carpus besitzen als die übrigen *Delphiniden*. Beim Erwachsenen kann durch Verschmelzungen die Zahl der distalen Carpalien auf 4 und sogar 3 reducirt werden, bei Embryonen aber kann sie auf 5 steigen, und ausserdem können ein oder auch zwei Centralia vorhanden sein, so dass wir damit einen Carpus vor uns haben, wie er für die pentadactylen Wirbelthiere als idealer Typus angesehen werden muss.

Noch eine andere Zahnwalgattung hat denselben typischen Bau, die zu den *Ziphiinen* gehörige Gattung *Hyperoodon*. Auch bei letzterem sind fünf distale Carpalia und ein Centrale vorhanden. Ohne auf diese schon ausführlicher durchgearbeiteten Verhältnisse näher einzugehen [2]), will ich hier nur ein paar neue Beobachtungen niederlegen, welche an einwandsfreiem Materiale gemacht wurden.

So zeigt Fig. 11 das durch einen Flächenschnitt in zwei Hälften zerlegte, in Spiritus conservirte Handskelet eines erwachsenen Thieres. (Das Präparat befindet sich im Royal College of Surgeons in

1) l. c. Morphol. Jahrb. 1892.
2) siehe Bd. I. p. 37 u. f.

London.) Der Carpus besteht, wie klar zu sehen, aus den drei proximalen Elementen, fünf distalen Carpalien und einem Centrale. Es wird dadurch eine weitere Bestätigung des von TURNER zuerst entdeckten Befundes von 5 getrennten distalen Carpalien im Handskelet eines Säugethieres gegeben. Die Lage der einzelnen Elemente ist genau dieselbe wie in der Hand eines von mir frisch untersuchten Exemplars (Bd. I, Taf. III, Fig. 16).

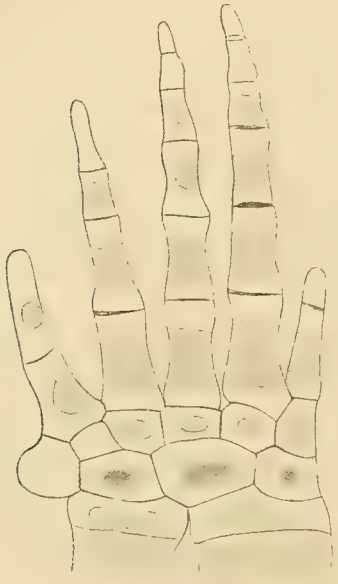


Fig. 11.
Hand eines erwachsenen *Hyperoodon rostratus* im Flächenschnitt.

Ein ganz ähnliches Bild erhielt ich von dem Carpus eines Döglingfötus von 55 cm. Länge. Auch hier war das Centrale vorhanden, das Carpale distale 5 von dem Carpale distale 4 vollkommen getrennt, nur das Carpale distale 2 und Carpale distale 3 waren theilweise mit einander verschmolzen (Fig. 12).

An einer weiteren embryonalen Hand eines Döglings von 19 cm. Länge sind ebenfalls die fünf distalen Carpalia distinct vorhanden, und nur das Centrale ist verschwunden, allem Anscheine nach mit dem Intermedium verschmolzen (Fig. 13).

Bei beiden Embryonen von *Hyperoodon* ist das Carpale distale 5 vollkommen entwickelt, und es ist daher nur auf die Verknöcherung zu beziehen, wenn WEBER [1]) schreibt: »Ontogenetisch entsteht c_5 bei *Hyperoodon* zu allerletzt, und zwar so spät, dass es erwachsenen Exemplaren noch fehlen kann, was dafür spricht, dass dieses distale Carpale im Begriff steht, auch hier in Wegfall zu kommen.«

Bei dieser Gelegenheit möchte ich betonen, dass, wie mir die Entwickelungsgeschichte so vieler Handwurzeln gezeigt hat, Veränderungen des Carpus des erwachsenen Thieres gegenüber dem embryonalen stets auf Verminderung der Zahl der Elemente beruhen, und zwar geschieht diese Verminderung durch Verschmelzung. Tritt diese Verschmelzung sehr frühzeitig ein, so kann die eine Componente des Verschmelzungsproductes sehr klein bleiben und gänzlich obliteriren, wie wir das im Carpus von *Beluga leucas* von c_5 kennen gelernt haben.

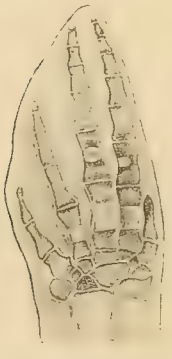


Fig. 12. Fig. 13.
Fig. 12. Handskelet eines Embryos von *Hyperoodon rostratus* von 55 cm Länge. Nat. Gr.
Fig. 13. Handskelet eines Embryos von *Hyperoodon rostratus* von 15,8 cm Länge. Vergr. 3.

Niemals habe ich ein Carpalelement nachträglich entstehen sehen, nachdem die anderen bereits knorpelig angelegt waren.

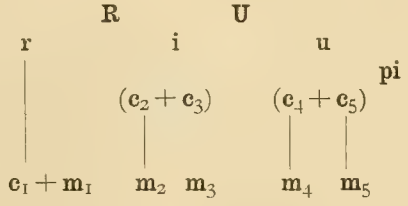
Vergleichen wir das Fingerskelet der drei Altersstufen von *Hyperoodon* mit einander, so ergiebt sich sehr klar der für so viele Walspecies bereits bewiesene Satz, dass zur Embryonalzeit mehr Phalangen angelegt werden, als beim Erwachsenen vorhanden sind.

Die Zahlen sind folgende:

	I	II	III	IV	V
Embryo von 19 cm. Länge	2	8	7	5	4
Embryo von 55 cm. Länge	2	8	7	5	4
Erwachsenes Thier	2	6	6	4	2

1) M. WEBER, Anatomisches über Cetaceen. Morphol. Jahrb. Bd. XIII. p. 628.

Wie sich von dem hochentwickelten Carpus von *Hyperoodon* die der übrigen *Ziphioiden* ableiten lassen, ist bereits von WEBER und von mir gezeigt worden. Es verschmelzen c_4 mit c_5 zum Hamatum und c_2 mit c_3, dann haben wir Zustände mit vier respective drei distalen Carpalien vor uns. Dahin gehören *Mesoplodon* und *Ziphius*. Bei letzterem kann die Reduction noch weiter gehen und durch Verschmelzung von c_1 mit dem Metacarpale 1 ein Carpus mit nur zwei distalen Carpalien entstehen. Ein solches Handskelet ist abgebildet von einem *Ziphius* spec.? von SCOTT und JEFFERY PARKER[1]). Das Schema würde lauten:



Die Phalangenzahl ist:

Finger:	I	II	III	IV	V
Zahl:	2	6	6	6	3.

Zusammenfassung:

Die vorliegenden Untersuchungen über die Zusammensetzung des Carpus von Zahnwalen bestätigen die Schlüsse, welche ich bereits im ersten Bande dieser Arbeit aus dem mir damals zur Verfügung stehenden Materiale gezogen habe. Danach sind die dem typischen Säugethiercarpus am meisten genäherten Handwurzeln einerseits die von *Hyperoodon*, anderseits die embryonalen Carpi von *Monodon* und *Beluga*. Die bei den übrigen Zahnwalgattungen eingetretene Reduction erklärt sich durch Verschmelzung einzelner Elemente. Letzterer Process hat zwei Wege eingeschlagen. Den einen finden wir bei den *Ziphioiden*, den anderen bei den *Delphiniden*. Bei den *Ziphioiden* verschmilzt das Carpale distale 5 mit dem Carpale distale 4, es kommt also zur Bildung eines Hamatums, bei den Delphiniden verschmilzt das Carpale distale 5, mit dem Ulnare, oder aber es kommt überhaupt zu einem völligen Schwunde des ersteren, und seine Stelle wird vom Ulnare eingenommen. Die beiden dadurch entstehenden Typen des Cetaceencarpus hatte ich den *Ziphius*-Typus und den *Beluga*-Typus genannt.

Dass bei *Beluga* und *Monodon* Uebergänge zwischen beiden Typen vorkommen, habe ich in einer späteren Arbeit gezeigt[2]).

Die weiteren Reductionserscheinungen laufen in beiden Gruppen parallel. Es tritt eine Verminderung der Zahl der distalen Carpalien zuerst dadurch ein, dass die distalen Carpalien 2 und 3 mit einander verschmelzen (*Mesoplodon, Ziphius cavirostris* einerseits, *Globiocephalus, Inia, Pontoporia* andererseits).

Eine nochmalige Reduction der Carpalelemente entsteht in beiden Gruppen durch Verschmelzen des Carpale distale 1 mit dem Metacarpale (*Ziphius spec.* [SCOTT and PARKER] einerseits und die gesammten *Delphiniden*, mit Ausnahme der bereits genannten, andererseits).

Damit ist der Reductionsprocess des Carpus der Zahnwale im Allgemeinen abgeschlossen, nur bei ein paar Flussdelphinen (*Platanista, Neomeris*) treten weitere Verschmelzungen der Carpalelemente als

1) JOHN SCOTT and JEFFERY PARKER, On a specimen of Ziphius recently obtained near Dunedin. Transactions of the Zoolog. Soc. London. Vol. XII. Taf. XLVIII.

2) Morph. Jahrbuch 1892.

Varietäten auf. Das Vorkommen der Centralia steht ebenfalls mit der Reduction des Carpus im Zusammenhang. Den am vollkommensten ausgebildeten Handwurzeln fehlen auch die Centralia nicht, während sie mit der Reduction der übrigen Carpaltheile auch zu schwinden beginnen.

Wie wir uns diese verschiedenartige Umbildung, welche die Handwurzel der Zahnwale erlitten hat, zu erklären haben, darüber liefert die äussere Gestalt der Brustflosse einen Anhaltspunkt. Bei den *Ziphiinen* im weitesten Sinne sehen wir, wie die Flosse eine gestreckte Form hat, speciell der radiale Rand ist fast gar nicht gekrümmt, bei den Delphiniden dagegen ist der radiale Rand stärker gebogen. Die Biegung beginnt bei *Beluga* und *Monodon*, wird stärker bei *Inia, Pontoporia* und *Globiocephalus* und erreicht ihr Maximum bei den übrigen *Delphiniden*. Dass wir hier einen secundären Process vor uns haben, zeigt die Entwickelungsgeschichte der Brustflosse, wie wir im nächsten Abschnitt sehen werden. Jedenfalls ist die radiale Krümmung eine mit der Function der Brustflosse in engster Beziehung stehende Erscheinung.

Wir können uns nun zwischen der radialen Biegung des Flossenrandes, sowie der Fingerstrahlen und dem Verhalten des Carpus einen causalen Zusammenhang denken, derart, dass dadurch auf die ulnare Seite des Carpus ein Druck von Seiten der Fingerstrahlen ausgeübt wurde, auf den der Carpus mit dem Verschwinden von c_5 reagirte. Während also bei den *Ziphiinen* dieser Druck fehlte, und Veränderungen am Carpus nur die Verschmelzung von c_5 mit c_4 betrafen, ohne dass ersteres seine Grösse änderte, kam es bei den *Delphiniden* zum Verschwinden des c_5, und dadurch zur Ausbildung eines besonderen Typus.

2. Ueber das Handskelet der Bartenwale.

In meinen früheren Arbeiten über das Handskelet der Cetaceen habe ich die Bartenwale so gut wie gar nicht berücksichtigt, aus Mangel an Material, und jetzt erst bin ich in den Stand gesetzt worden, das Versäumte nachzuholen. In Lebouco's [1]) trefflicher Arbeit, welche kurz nach dem ersten Bande meiner Untersuchungen erschien, ist die Bartenwalhand eingehender besprochen worden. Diese Arbeit leidet aber ebenso wie die sämmtlichen vor ihr erschienenen, welche das Handskelet der Bartenwale behandeln, meiner Ueberzeugung nach an einem verhängnisvollen Irrthum, welcher eine falsche Homologisirung der einzelnen Finger, wie der Carpaltheile zur Folge gehabt hat. Bekanntlich ist die Bartenwalhand vierfingerig, und als ganz sicher begründet ist bis jetzt angenommen worden, dass es der erste Finger sei, welcher verschwunden ist, um so sicherer, als er bei *Balaena mysticetus* noch vorhanden sein soll, und ferner als Lebouco [2]) wie ich selbst [3]) darauf aufmerksam machten, dass sich bei Embryonen vom Finwal noch Reste des ersten Fingers, wenigstens seines Carpale distale 1, vorfinden.

Diese Auffassung erwies sich als falsch, nachdem ich die Entdeckung gemacht und in einer kurzen Notiz [4]) publicirt hatte, dass der verschwundene Finger nicht der Daumen, sondern der Mittelfinger ist. Die Begründung der etwas sonderbar klingenden Behauptung ergab sich mir aus der Thatsache, dass bei *Balaenoptera musculus* als Varietät Flossen vorkommen, welche den verschwundenen Finger wenigstens theilweise noch aufzuweisen haben, und zwar hat er seine Lage zwischen dem zweiten und dritten wohlausgebildeten Bartenwalfinger. In meiner Notiz machte ich auf die Bedeutung dieses Befundes für die Auffassung der Bartenwalhand aufmerksam und will es nun unternehmen, von diesem veränderten Standpunkte aus, die Homologisirung ihrer Theile zu versuchen.

1) Lebouco, Recherches sur la morphologie de la main chez les Mammifères marines. Archives de Biologie. Tome IX. 1889.
2) Lebouco, Recherches sur la morph. etc. 1889. p. 604.
3) Ueber die Hand der Cetaceen (dritte Mittheilung). Anat. Anz. 1890. p. 49.
4) Cetologische Notiz. Anat. Anz. 1890. p. 709 u. 710.

Der einzige Autor, welcher bis jetzt auf meinen Befund eingegangen ist, ist TURNER[1]), der aber vorsichtig über seine an meine Hypothese angeknüpften Bemerkungen sagt: »This is, however, merely a hypothesis, and would need more embryological evidence in its favour before it could be accepted.«

Es scheint mir daher ganz angebracht, das thatsächliche Material, auf welches sich meine Annahme stützt, etwas ausführlicher hier darzulegen.

Bei der Untersuchung der Vorderflossen eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 119,5 cm. Rückenlänge (No. 9 der Tabelle) fand ich, als ich die Haut vorsichtig abpräparirte, zwischen dem zweiten und dem dritten Finger einen stabförmigen Knorpel. Er hatte eine Länge von 2,3 cm. und befand sich in der oberen Hälfte der Hand, in einer Höhe, welche etwa der Strecke zwischen dem Beginn der dritten Phalanx des zweiten Fingers bis zum Ende von dessen fünfter Phalanx entspricht.

Genau denselben Knorpelstab fand ich vor an der anderen Flosse des Embryos. Indem ich hier von einer Präparation absah und nur die gesammte Flosse in Toluol aufhellte, konnte ich die betreffende Bildung unter Lupe und Microscop eingehender studiren. Fig. 14 zeigt seine Lage und Gestalt. An beiden Enden zugespitzt, erwies er sich aus vier Theilen bestehend, welche durch ganz distincte Querspalten aufs deutlichste von einander getrennt waren. Die Form eines jeden Knorpeltheiles, besonders der beiden mittleren, war genau die einer knorpelig angelegten Phalanx der benachbarten Finger, sie waren nur wenig kürzer als diese, und hatten etwa die halbe Breite. Die andere Flosse zerlegte ich in Flächenschnitte und konnte nunmehr das feinere histologische Verhalten constatiren. Zunächst ergab sich mir die volle Sicherheit, dass wir es wirklich mit Knorpelgewebe zu thun haben. Ferner fand ich, dass sich der Knorpelstab an beiden Enden in ein dichteres Bindegewebe fortsetzt, welches distal- wie proximalwärts ein kurzes Stück zu verfolgen ist. Dichtes Bindegewebe umhüllt auch den Knorpelstab der ganzen Länge nach. In nichts unterscheiden sich die Flächenschnitte von den Flächenschnitten durch die knorpeligen Finger-Anlagen der anderen Finger.

Fig. 14.
Handskelet eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 119,5 cm.

Was stellt nun dieses Knorpelgebilde dar? Nach der histologischen Structur, seiner äusseren Form, sowie der Zerlegung in 4 einzelne, durchaus Phalangen gleichende Abschnitte kann es nur einen Finger darstellen, der zum Theil bereits geschwunden ist. Etwas anderes kann es auch gar nicht sein. Man könnte ja daran denken, dass sich hier eine accessorische Fingerbildung zeige, ähnlich wie ich sie bei Zahnwalen beschrieben habe. Bei letzteren aber ist die neu entstehende Phalangenreihe nichts anderes als das Product der Längsspaltung eines Fingers. Davon ist nun hier gar keine Rede, das fragliche Rudiment liegt vielmehr frei im Bindegewebe, gleich weit vom zweiten wie vom dritten Finger entfernt. Es ist also keinesfalls eine Neubildung wie bei den Zahnwalen, dagegen spricht das deutliche Rudimentärwerden, so besonders der an den Enden beginnende Ersatz des Knorpelgewebes durch dichtes Bindegewebe. Vergegenwärtigen wir uns andererseits, dass bei den Furchenwalen überhaupt nur vier Finger vorhanden sind, so wird das gelegentliche Auftreten eines in jeder Hinsicht den anderen Fingern gleich gebauten Gebildes

1) W. TURNER, The lesser rorqual (*Balaenoptera rostrata*) in the Scottish seas, with observations on its anatomy Proceed. of the Royal Soc. of Edinburgh. 1892. p. 73.

unmöglich als etwas anderes, als der sonst fehlende Finger angesprochen werden können. Gerade das ganz gelegentliche Auftreten spricht dafür, dass wir hier ein rudimentäres Organ vor uns haben.

Es kam mir nun darauf an, auch noch an anderen Embryonen Reste des fehlenden Fingers aufzufinden. Lange suchte ich vergeblich. Die Flosse der meisten embryonalen Finwale erwies sich als schmaler wie die mit dem Fingerrudiment ausgestatteten, und speciell der Zwischenraum zwischen zweitem und drittem Finger war viel zu eng, als dass ein dazwischen liegender Finger Platz gehabt hätte (siehe Fig. 15). Endlich glückte es mir, an einem Finwalembryo von 100 cm. Länge, der im Museum zu Helsingfors aufbewahrt wird, aufs Neue das Fingerrudiment aufzufinden, und zwar wiederum an beiden Flossen. In der rechten Flosse erstreckte es sich auf der Höhe des Zwischenraumes zwischen Mitte der dritten bis Mitte der fünften Phalanx des zweiten Fingers, war also schon etwas kleiner als das Rudiment, welches ich in den beiden erstbeschriebenen Flossen auffand. Proximalwärts setzte sich das Knorpelrudiment in einen feinen bindegewebigen Strang fort. In der linken Flosse war eine noch viel beträchtlichere Reduction eingetreten, indem das Rudiment nur noch in der Höhe der Mitte der vierten bis zur Mitte der fünften Phalanx des zweiten Fingers reichte. Während in der rechten Flosse noch vier Phalangen vorhanden waren, fand sich in der linken Flosse nur noch eine ausgebildete Phalanx vor, an die sich an beiden Enden kleine Knorpelreste anschlossen.

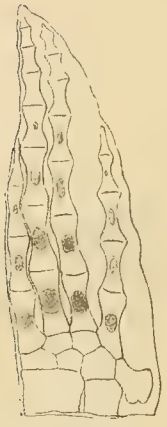


Fig. 15.
Handskelet eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 81,8 cm. Länge.

Wir haben also in der linken Flosse dieses Embryos den vermissten Finger in einem bereits sehr rückgebildeten Zustande vor uns. Die Rückbildung findet statt durch Verdrängung des Knorpelgewebes durch Bindegewebe, und zwar geht diese Rückbildung, wie aus der Vergleichung ersichtlich, von der proximalen nach der distalen Seite zu vor sich.

Erwähnen möchte ich noch, dass an dem Skelet einer erwachsenen *Balaenoptera musculus* im Museum zu Kopenhagen sich ebenfalls der rudimentäre Finger zwischen dem zweiten und dritten Finger eingelagert vorfindet, doch möchte ich dazu bemerken, dass der vordere Theil des Extremitätenskeletes nach dem Original in Holz nachgebildet worden war.

Jedenfalls glaube ich bereits auf Grund meiner Befunde an Embryonen berechtigt zu sein, das aufgefundene Rudiment als Rest des verloren gegangenen Mittelfingers anzusehen.

Es entstand nun für mich die Frage, ob nicht in den Extremitäten derjenigen Embryonen, welche ein solches Rudiment nicht mehr aufzuweisen haben, nicht doch durch das Verhalten der Musculatur resp. der Innervirung ein weiterer Beweis dafür gefunden werden könnte, dass zwischen ihrem zweiten und dritten Finger ein Finger verloren gegangen ist. Ich überliess diese Frage und das betreffende Material einem meiner Schüler, Herrn Schäppi, der mit einer ausführlicheren Arbeit über die Musculatur und die Innervation der Cetaceenvorderextremität beschäftigt ist. Genannter Herr gab mir folgende auf unsere vorliegende Frage bezügliche Mittheilung (s. Fig. 16):

»Die N. medianus, ulnaris und radialis entspringen mit gemeinschaftlichem Stamme aus dem Plexus brachialis. Der N. radialis, der schwächste der drei Nerven, löst sich zuerst ab, giebt auf der Volarseite einen kleinen, zum ulnaren Rand der Ellenbeuge und des Vorderarms verlaufenden Zweig ab und windet sich sodann unter dem Olecranon hindurch auf die dorsale Fläche des Unterarms, wo er sich in das Interstitium zwischen Radius und Ulna begiebt. Auf seinem Wege versorgt er die M. triceps und extensor digit. communis. Es ist mir bis dahin nicht gelungen, ihn über den Carpus hinaus zu verfolgen.

Die N. medianus und ulnaris verlaufen vom Abgange des N. radialis noch eine Strecke weit zusammen und trennen sich etwa in der Höhe des oberen Drittels des Humerus. Der N. ulnaris, der schwächere der beiden Stämme, verläuft dem ulnaren Rande des Vorderarms entlang und giebt der Reihe nach folgende Aeste ab: 1) in der Höhe des Olecranons einen Zweig zum M. flexor carpi ulnaris; 2) in der Höhe des oberen Drittels der Ulna einen Ramus dorsalis, welcher, um den Ulnarrand sich herumwindend, auf die dorsale Seite gelangt und auf seinem Wege einen Zweig an die Sehne des M. flexor carpi ulnaris abgiebt; 3) einen Ast, der sich sogleich in zwei Stämmchen auflöst, die sich bis auf die volare und dorsale Fläche des Os pisiforme verfolgen lassen. Am Carpus angelangt, theilt sich der Stamm des N. ulnaris in zwei Aeste, von denen der eine die ulnare Seite des IV. Fingers, der andere das Interstitium zwischen III. und IV. Finger versorgt.

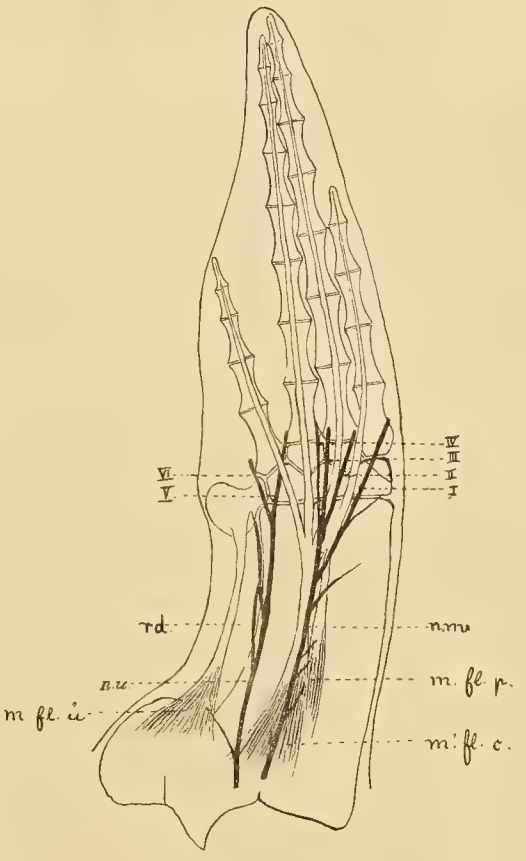


Fig. 16.
Innervation der Vorderextremität eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 138,8 cm. Länge.

Der N. medianus, der stärkste der drei Armnerven, verläuft oberflächlich in der Rinne zwischen Radius und Ulna zur Hand. In seinem Verlaufe giebt er folgende Zweige ab: 1) einen Ast in den Bauch des M. flex. dig. comm.; 2) einen stärkeren Nerv, welcher sich zwischen genanntem Muskel und dem M. flexor pollicis in die Tiefe begiebt und im Interstitium zwischen Ulna und Radius nach vorne verläuft (interosseus intern.); 3) einen Ast in den Bauch des M. flexor pollic., sowie einen solchen in den unteren Theil des M. flexor dig. comm.; 4) einen feinen Nervenzweig, welcher, schräg nach aussen über den Radius verlaufend, bis zum Carpus verfolgt werden kann, und 5) endlich einen stärkeren Ast, der, die Sehne des M. flexor poll. begleitend, zum I. Finger zieht und sich auf dessen radiale Seite schlägt. Kurz nach Abgabe dieses Nerven löst sich der Stamm des N. medianus in drei Zweige auf. Der eine versorgt das Interstitium zwischen dem I. und II. Finger, die beiden anderen, von denen der ulnare bedeutend schwächer entwickelt ist, begeben sich in dasjenige zwischen II. und III. Finger.

Ich habe in dieser kurzen Skizze der Deutlichkeit halber die Finger mit den Ziffern I—IV belegt, ohne auf deren morphologische Bedeutung Rücksicht zu nehmen.«

Der Umstand, dass das Interstitium zwischen II. und III. Finger zwei Nervenäste vom Nervus medianus erhält, beweist, dass hier ein Finger verloren gegangen sein muss.

Die Untersuchung einer embryonalen Flosse von *Balaenoptera Sibbaldii* ergab ganz das gleiche Resultat. Auch hier fanden sich im Interstitium zwischen II. und III. Finger zwei Nervenäste vor, von denen der ulnar gelegene sehr viel schwächer war als der radial gelegene. Hiermit sind meine Beweismittel für die Behauptung, dass der verschwundene Finger der vierfingrigen Bartenwalhand der Mittelfinger ist, erschöpft, ich hoffe indessen, dass sie genügen werden, um meiner Auffassung allgemeinere Geltung zu verschaffen.

Wir gehen nun dazu über, aus diesem Befunde die weiteren Schlüsse für die Homologisirung der Elemente der Bartenwalhand zu ziehen.

Was für die Vorderextremität der *Balaenoptera musculus* gilt, muss auch bei der nahen Verwandtschaft der Arten, besonders der fast völligen Uebereinstimmung im Bau der Hand, für die anderen Bartenwale gelten. Wir homologisiren demnach die vier Finger der Bartenwalhand mit Finger 1, 2, 4 und 5 der typischen pentadactylen Wirbelthierhand. Dementsprechend verändert sich auch die Homologisirung der Carpalelemente.

Betrachten wir zunächst den Carpus von *Balaenoptera musculus*, so ergiebt sich Folgendes. Das erste radial gelegene Stück der proximalen Reihe wird von den Autoren allgemein als Radiale hingestellt. In einer früheren Arbeit[1]) wies ich nach, dass das anscheinende Radiale der Finwalflosse aus zwei Elementen zusammengesetzt ist, dem eigentlichen ursprünglichen Radiale und einem auf seiner radialen Seite aufsitzenden Knorpelstück, welches in den meisten Fällen mit ersterem verschmolzen war, in einigen aber isolirt erhalten blieb. Von dem Gedanken ausgehend, dass der erste Finger der verschwundene wäre, hatte ich damals dieses seitliche Carpalstück als das zu diesem Finger gehörige Carpale distale 1 gedeutet. Lebouco[2]) kam gleichzeitig auf Grund seines Materiales zu dem gleichen Schlusse. Er fand das vermeintliche distale Carpale 1 an zwei von drei untersuchten embryonalen Flossen in dieser Lage vor.

Von der neuen Thatsache ausgehend, dass der erste Finger der Bartenwalhand den Daumen repräsentirt, wird die Ansicht, dass das dem Radiale anliegende Carpalstück das distale Carpale 1 sei, weniger wahrscheinlich, letzteres ist vielmehr auf der inneren Seite der Basis des ersten Fingers zu suchen, wie ich gleich zeigen werde. Ist aber das seitlich dem Radiale aufsitzende Knorpelstück nicht das Carpale distale 1, so ist keine andere Annahme möglich, als dass wir den Praepollex vor uns haben. Sein Vorkommen ist kein allzu beschränktes, ich habe ihn bei vier der mir zur Verfügung stehenden embryonalen Finwalhände gefunden, und zwar nicht nur bei sehr kleinen Embryonen, sondern auch bei einem Exemplare von 138,8 cm. Rückenlänge (Fig. 16). Ob gelegentlich der Praepollex bei erwachsenen Individuen auftritt oder ausnahmslos mit dem Radiale verschmilzt, darüber vermag ich nichts Sicheres auszusagen. Die grosse Anzahl von Finwalskeleten, welche in den verschiedenen Museen Europas aufgestellt ist, kann zur Lösung der Frage nicht herangezogen werden, da das Handskelet in Folge der geringen Verknöcherung nur sehr unvollkommen präparirt werden kann, und von frischen erwachsenen Thieren habe ich nur eine Flosse untersuchen können. An dieser (Fig. 5 im Anat. Anzeiger, 1890, p. 48) fand ich aber nichts, was als Rest eines Praepollex aufgefasst werden könnte.

Keinem Zweifel begegnet die Deutung des mittleren Carpalstückes der proximalen Reihe als Intermedium, um so weniger, als es seine typische Lage, zwischen Ulna und Radius sich einkeilend, annähernd besitzt. Wenigstens ragt eine Ecke des Carpalstückes zwischen beiden Unterarmknochen hinein, wenn es auch mit seiner Basis ausschliesslich dem Radiale aufsitzt.

Schwieriger ist die Deutung des ulnaren Elementes der proximalen Reihe, wir wollen es vorläufig als Ulnare bezeichnen, ohne damit sagen zu wollen, dass es ein einheitliches, dem typischen Ulnare entsprechendes Element sei.

Wir kommen nunmehr zur distalen Reihe des Carpus. Wie wir gesehen haben, ist der Mittelfinger geschwunden, und zwar konnten wir noch an den gelegentlich auftretenden Rudimenten constatiren, dass die Reduction von dem proximalen Ende ausgegangen ist. Es ist daher ganz natürlich, dass, wenn zuerst das Metacarpale schwand, auch das darunter liegende Carpale distale 3 functionslos wurde, und wir sehen demgemäss auch keine Spur mehr von einem solchen Carpalstück.

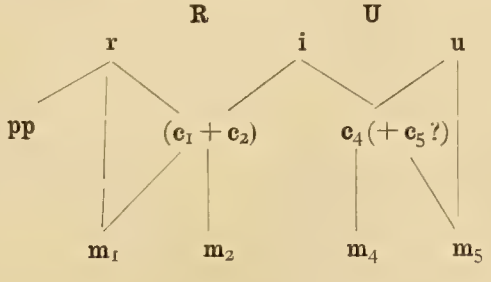
1) Ueber die Hand der Cetaceen (dritte Mittheiluug). Anat. Anzeiger. 1890. p. 48 u. 49.
2) l. c.

Das erste distale Carpalstück der radialen Seite hat in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle folgende Gestalt: auf seiner unteren Seite liegt es dem Radiale und dem Intermedium auf, oben bildet es die Basis für das Metacarpale 2 und schiebt sich ausserdem zwischen Metacarpale 1 und Radiale ein. Es ist daher wahrscheinlich, dass in ihm nicht nur das Carpale distale 2, sondern auch das damit verschmolzene Carpale 1 enthalten ist. Diese Vermuthung erhält eine kräftige Stütze durch einen von LEBOUCQ[1]) beschriebenen embryonalen Finwalcarpus. LEBOUCQ bildet auf seiner Fig. 52 einen Carpus ab, der an Stelle des oben beschriebenen radialen Carpale distale 2 zwei Elemente aufweist, die auf der dorsalen Seite bereits mit einander verschmolzen sind. Die Deutung, welche LEBOUCQ beiden Elementen giebt, ist natürlich nicht richtig, da auch er, wie alle anderen Autoren, von dem Gedanken ausgeht, dass es der erste Finger ist, welcher geschwunden ist. Wir haben vielmehr die beiden theilweise verschmolzenen Carpalstücke als Carpale distale 1 und Carpale distale 2 aufzufassen, die in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nur ein einheitliches Carpalstück repräsentiren.

Das zweite distale Carpale trägt das Metacarpale 4, ist also ein Carpale distale 4. Es ragt mit einer vorspringenden Ecke etwas unter das Metacarpale des fünften Fingers, und es erhebt sich nun die Frage, ob sich nicht noch ein Rest des Carpale distale 5 in diesem Carpalstück vorfindet, letzteres also ein Hamatum darstelle. Zur Entscheidung könnte diese Frage nur gebracht werden, wenn es gelingen würde, in ganz jungen Stadien beide Elemente getrennt von einander aufzufinden, ähnlich wie ich es von *Monodon* und *Beluga* beschrieben habe. Nichts derartiges fand sich aber, und wir müssen uns darauf beschränken, in Analogie mit den Verhältnissen bei *Beluga*[2]) anzunehmen, dass das Ulnare und das Metacarpale 5 direct mit einander in Berührung treten, und das Carpale distale 5 zur Seite gedrängt und entweder gänzlich geschwunden oder in dem Ulnare oder dem Carpale distale 4 aufgegangen ist.

Es erübrigt uns nur noch, des Pisiforme Erwähnung zu thun, welches, wie bei den anderen Bartenwalen auch, eine starke Entwickelung aufweist. Bei *Balaenoptera musculus* hat es im Allgemeinen eine an seinem distalen Ende stark verbreiterte Form, welche sich besonders in seinem unteren Theile geltend macht. Mitunter treten Verschmelzungen ein, der Art, dass das Pisiforme in das Ulnare oder aber in die knorpelige Epiphyse der Ulna übergeht.

Fassen wir das Ergebnis unserer Betrachtung in ein Schema zusammen, so ergiebt sich für die Flosse von *Balaenoptera musculus* Folgendes:



Balaenoptera rostrata.

Am ähnlichsten der *Balaenoptera musculus* ist im Bau des Carpus *Balaenoptera rostrata.* Für das erwachsene Thier liegen aus neuester Zeit Angaben von TURNER[3]) vor, welcher drei proximale und zwei

1) l. c. Tafel XI. Fig. 52.
2) siehe Morphol. Jahrb. 1892.
3) W. TURNER, The lesser rorqual (*Balaenoptera rostrata*) in the Scottish seas, with observations on its anatomy. Proc. Royal Soc. Edinb. 1892. p. 72.

distale Carpalia beschreibt und sie unter Bezugnahme auf meine Hypothese, dass der verschwundene Finger der Bartenwalhand der Mittelfinger ist, folgendermaassen deutet: Die drei proximalen Elemente sind Radius, Intermedium und Ulna, die zwei distalen, die Richtigkeit meiner Beobachtung vorausgesetzt, das eine Carpale distale 2 oder auch die verschmolzenen distalen Carpalien 1 und 2, das andere den verschmolzenen distalen Carpalien 4 und 5.

Diese Deutung stimmt mit meinen Anschauungen vollkommen überein. Embryonale Stadien der *Balaenoptera rostrata*, welche ich in Bezug auf die Verhältnisse ihres Carpus studirte, ergaben mir ganz das Gleiche.

Erwähnen möchte ich noch, dass das Pisiforme bei dieser Species noch ansehnlich gewachsen ist, was mit der Verbreiterung der Flosse an der ulnaren Seite zusammenhängt.

Die im Carpus von *Balaenoptera rostrata* vorkommenden Variationen sind auf Verschmelzungen zurückzuführen. So zeichnet Lebouco [1]) einen embryonalen Carpus, in welchem Radius mit Intermedium, die beiden distalen Carpalelemente mit einander und theilweise mit den seitlich benachbarten Metacarpalien, und das Pisiforme theilweise mit der Ulna verschmolzen sind.

Balaenoptera Sibbaldii.

Ziemlich abweichend von den beiden eben beschriebenen ist der Carpus des Blauwals gebaut. Seine Zusammensetzung ist bis jetzt noch nicht bekannt geworden. Lebouco, welcher eine embryonale Flosse zur Verfügung hatte, deutet die drei proximalen Carpalien wohl richtig, die drei distalen, welche bei seinem Exemplar verschmolzen sind, aber falsch, indem er sie erstens als nur zwei Carpalien auffasst, und zweitens von der irrigen Voraussetzung ausgeht, dass der erste Finger der Hand der Index sei.

Eigene Untersuchungen stellte ich an zwei frischen Händen von Blauwalen an, von denen der eine 55 Fuss, der andere circa 80 Fuss in der Länge mass; der Carpus des kleineren war fast gänzlich unverknöchert, nur das Radiale und das Ulnare zeigten kleine Knochenkerne. In der proximalen Reihe zeigten sich die drei typischen Elemente, Radiale, Intermedium und Ulnare, von denen das Intermedium eine eigenthümliche, nach dem Metacarpale zu verlängerte Form aufwies. Die distalen Carpalien wurden repräsentirt durch ein breites Knorpelstück, welches den drei proximalen Carpalien aufgelagert ist. Volle Klarheit über die Natur dieses Carpalstückes erhielt ich durch die Präparation der grösseren Hand (Fig. 17). Hier war die Verknöcherung weiter vorgeschritten und es zeigte sich, dass in dem nach dem Metacarpale gerichteten Fortsatz des Intermediums ein eigener Knochenkern sich findet, der also ein eigenes Carpalelement repräsentirt, welches nur ein Centrale sein kann. An Stelle des breiten distalen Knorpels sind hier drei durch seichte, aber deutliche Furchen getrennte Carpalelemente vorhanden, von denen jedes seinen eigenen Knochenkern besitzt. Das am meisten ulnar gelegene ist seiner Lage nach entweder das Carpale 4 oder es enthält auch noch das Carpale 5, wenn letzteres nicht in das Ulnare mit ein-

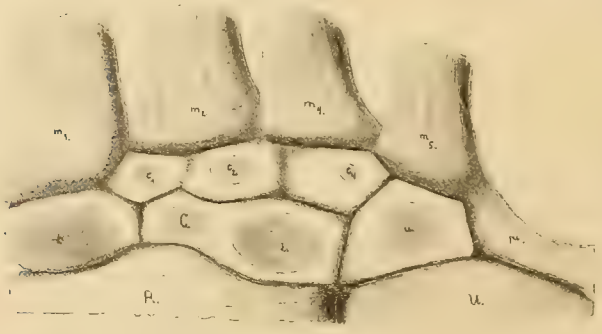
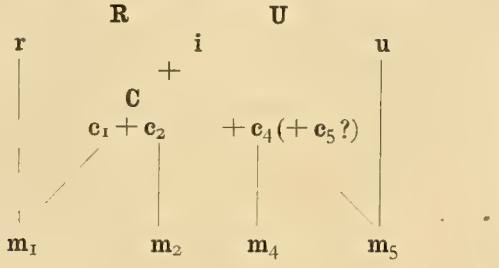


Fig. 17.
Carpus einer erwachsenen *Balaenoptera Sibbaldii* von 80 Fuss Länge.

1) l. c. Planche XI. Fig. 54.

getreten oder gänzlich geschwunden ist. Das mittlere ist ein ziemlich grosses Carpalelement, welches zum weitaus grössten Theile unter dem Metacarpale 2 liegt und deshalb dem Carpale distale 2 entsprechen dürfte. Dann aber ist das radial gelegene Element nichts anderes als das Carpale distale 1, welches auf die innere Seite gedrängt worden ist, ganz ebenso wie es Lebouco in einem Falle bei *Balaenoptera musculus* abbildet. Somit haben wir in dem distalen Carpalstück die drei Elemente c_1, c_2 und c_4 enthalten, vielleicht auch noch c_5. Das Carpale distale 3 ist, wie bei den übrigen Bartenwalen, zugleich mit dem entsprechenden Finger völlig geschwunden.

Das Schema für den Bau des Blauwalcarpus ist demnach folgendes:



Megaptera boops.

Struthers [1]), welcher die Flosse von *Megaptera boops* weitläufig behandelt, giebt auch Mittheilungen und Abbildungen über den Carpus dieser Form. Seine Deutungen sind ganz verfehlt, nicht nur der distalen Elemente, denn hier theilt er ebenfalls den Irrthum der anderen Cetologen, dass es der erste Finger sei, welcher verschwunden wäre, sondern auch in der proximalen Reihe, indem er das Intermedium in einem zwischen Radius und Metacarpale 1 gelegenen Knorpelstück sucht, während es doch schon aus seinen Zeichnungen zur Genüge hervorgeht, dass es bei seinem Exemplare mit dem Ulnare verschmolzen ist.

Auf Grund der vorhandenen Zeichnungen des Carpus dieses erwachsenen Exemplares (s. Fig. 18) vermag ich Folgendes zu erkennen. Die proximale Reihe besteht aus drei Elementen. Das radial gelegene ist ohne Zweifel das Radiale, es folgt darauf ein zweites, welches ebenfalls der Basis des ersten Metacarpale anliegt, dieses wird von Struthers fälschlich als Intermedium bezeichnet; wie ich nachher an der Hand embryologischen Materiales nachweisen werde, ist es ein Centrale. Nun folgt ein mächtiges Element, welches an Grösse die beiden an deren bedeutend übertrifft. Struthers bezeichnet es als Ulnare und stellt seine enorme Grösse als ein specifisches Merkmal von *Megaptera* den anderen Bartenwalen gegenüber. Ein Blick auf die beigegebene Zeichnung wird klarlegen, dass ein so sonderbar geformtes Element unmöglich ein einheitliches Carpalstück sein kann, da sich seine radial gelegene Hälfte zwischen Radius und Ulna und weit auf die radiale Seite hin erstreckt. Auch die Lage des Knochenkerns, welcher nicht etwa in der Mitte, sondern in der ulnaren Hälfte liegt, spricht dafür. Wir können daher von vornherein das fragliche Carpalelement als aus zweien verschmolzen betrachten, und zwar aus dem eigentlichen Ulnare und dem Intermedium. Auch dafür werde ich embryologische Beweise erbringen.

Dass die distale Reihe von Struthers nicht richtig erkannt worden ist, ist nach Gesagtem erklärlich. Die distale Reihe weist zwei Elemente auf, von denen das eine, radial liegende, mit Metacarpale 1 und 2 articulirt; es geht daher wohl an, es ebenso wie bei den *Balaenopteriden* als homolog den verschmolzenen Carpalien 1 und 2 zu betrachten. Das Carpale 3 fehlt als selbständiges Element voll-

1) John Struthers, Memoir on the anatomy of the Humpback Whale (*Megaptera longimana*). Journal of Anatomy and Physiology. 1887—89. Edinb. 1889.

kommen, ebenso wie der dazu gehörige Finger. Das zweite Carpalelement dieser Buckelwalhand ist seiner Lage nach ein Carpale distale 4, wobei ich es, wie bei den *Balaenopteriden*, unentschieden lasse, ob ein Rest des Carpale distale 5 in ihm enthalten ist. Es articulirt mit einer Facette mit dem Metacarpale des fünften Fingers.

Zu dem embryonalen Carpus des Buckelwales übergehend, lasse ich die von ESCHRICHT [1]) gegebene Abbildung einer fötalen *Megaptera* ausser Acht, da dieser gewissenhafte Autor in seiner Tafelerklärung mittheilt, dass die Grenzen der einzelnen Elemente nicht ganz richtig wiedergegeben sind.

Eigene Untersuchungen stellte ich an zwei Embryonen des Buckelwales an, von denen der kleinste 51 cm., der grösste 72 cm. mass. Die Länge der Flosse des kleinsten Embryos betrug 13 cm., die Lagerung der Carpalelemente giebt Fig. 19 und 20 wieder. Beginnen wir mit der proximalen Reihe, dem Carpus des kleinsten Embryos (Fig. 20), so haben wir drei Elemente vor uns. Das mittlere ist seiner Gestalt

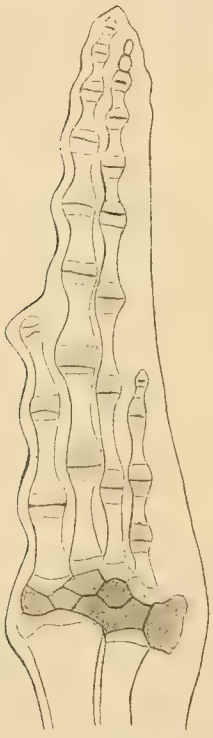


Fig. 18.

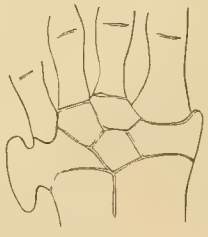


Fig. 19.

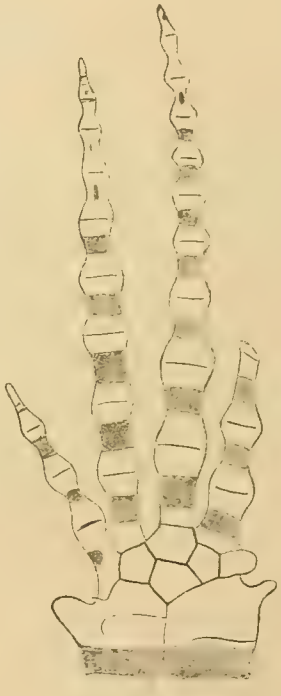


Fig. 20.

Fig. 18. Handskelet einer erwachsenen *Megaptera boops* (nach STRUTHERS).
Fig. 19. Carpus eines Embryos von *Megaptera boops* von 51 cm. Länge.
Fig. 20. Handskelet eines Embryos von *Megaptera boops* von 72 cm. Länge.

und Lage nach unzweifelhaft das Intermedium; es ist gegen das Ulnare scharf abgegrenzt, während es bei STRUTHERS' erwachsenem Exemplare mit diesem verschmolzen war. Das radial gelegene Carpalstück hat eine sonderbare Form. Zunächst besitzt es auf seiner radialen Seite einen sich etwas seitlich vom Metacarpale 1 vorschiebenden Vorsprung, der zwar nicht von dem eigentlichen Radiale getrennt ist, von dem ich aber doch glaube, dass er dem Praepollex entspricht, der hier ebenfalls, wie wir bei *Balaenoptera*

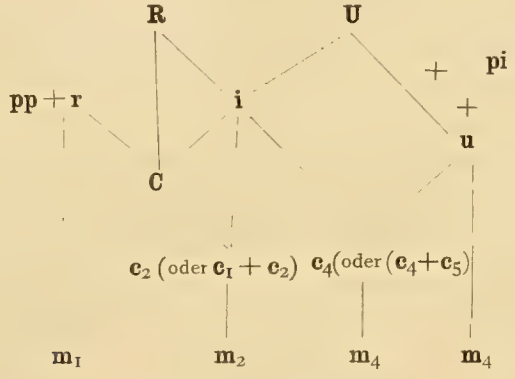
1) ESCHRICHT, l. c. p. 202. Tafel III. Fig. 4.

musculus gesehen hatten, mit dem Radiale verschmilzt. Aber noch ein anderes Carpalelement ist in diesem radialen Stück enthalten, nämlich jenes von STRUTHERS fälschlich als Intermedium bezeichnete, welches ich für ein Centrale halte. Wie wir bei den Zahnwalen gesehen haben, ist eine solche Verschmelzung des Radiale mit dem Centrale recht häufig, und es ist daher durchaus wahrscheinlich, dass wir auch im vorliegenden Falle ein Centrale vor uns haben, welches in dem einen Falle mit dem Radiale verschmolzen, im anderen frei ist. Ein ganz ähnliches Vorkommen des Centrale hatten wir bereits bei *Balaenoptera Sibbaldii* kennen gelernt. Das Ulnare zeigt grosse Neigung, Verschmelzungen einzugehen. In vorliegendem Embryo ist es sowohl theilweise mit dem Pisiforme, wie mit der Ulna verschmolzen.

Ueber die beiden distalen Carpalia ist nichts Neues zu sagen, sie sind aufzufassen als c_2 (resp. $c_1 + c_2$) und c_4 (vielleicht auch $c_4 + c_5$).

Der zweite, grössere Embryo von *Megaptera boops* zeigte eine ganz ähnliche Anordnung der Carpalelemente wie der vorige, nur war das von mir als Centrale angesprochene Element frei, wie wir es bei STRUTHERS Exemplar gesehen hatten, das Ulnare war auch bei diesem mit dem Pisiforme verbunden, welches gänzlich mit der Ulna verschmolzen ist.

Das Schema für den Carpus von *Megaptera* lautet demnach:



Balaena mysticetus.

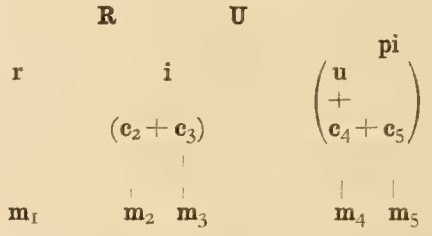
Von grossem Interesse war für mich das Studium des grönländischen Wales, *Balaena mysticetus*, der ja bekanntlich im Gegensatz zu den übrigen Bartenwalen fünf Finger aufweisen soll. Während die Furchenwale lange, schmale Flossen besitzen, mit sehr langen, sanduhrförmig eingeschnürten Fingergliedern, ist die Flosse der Glattwale kürzer, abgerundeter und mit kurzen Fingergliedern versehen. Die grosse Breite der Flosse bringt es mit sich, dass die einzelnen Fingerstrahlen nicht, wie bei den Furchenwalen, parallel laufen, sondern dass sie divergirend vom Carpus ausstrahlen, und es ist daher von vornherein Platz für den bei den Furchenwalen fehlenden Mittelfinger gegeben.

Indem ich von den von mir gemachten Beobachtungen an Museumsskeleten wegen der möglichen Fehlerquellen absehe, will ich mich in Bezug auf den Carpus des erwachsenen Wales auf ein paar vorhandene Literaturangaben stützen. Die erste ist von ESCHRICHT und REINHARDT[1]), welche beifolgendes Bild (Fig. 21) von der Hand eines erwachsenen Grönlandswales liefern.

Danach scheint allerdings auf den ersten Blick festzustehen, dass wir hier eine Hand mit fünf Fingern vor uns haben, von denen der erste nur aus einem Glied besteht, aber doch mit seiner ganzen

1) D. F. ESCHRICHT og REINHARDT, Om Nordhvalen (*Balaena Mysticetus* L.). Vidensk. Selsk. Skr. 5 Raekke naturvidensk. og math. Afd. 5. Bd. p. 575.

Basis dem darunter liegenden, proximalen Carpale aufsitzt. Der gesammte Carpus ist leicht zu deuten: proximal liegen Radiale, Intermedium und Ulnare in typischer Lagerung, distal findet sich nur ein Carpalelement frei vor, augenscheinlich das verschmolzene $c_2 + c_3$, während c_4 und c_5 mit dem Ulnare zusammen zu einem einheitlichen Stück verschmolzen sind. Es würde also, falls der erste Finger wirklich der Daumen ist, sich folgendes Schema ergeben:



Schwieriger ist es, sich aus der Zeichnung Klarheit zu verschaffen, welche P. van Beneden und Gervais in ihrem grossen Werke[1]) über die Hand der *Balaena mysticetus* gegeben haben. Es scheint danach eine weitere Verschmelzung der distalen Carpalien mit den proximalen stattgefunden zu haben, indem $c_2 + c_3$ sich mit dem Radiale verbunden haben.

Eigene Untersuchungen stellte ich an der Hand zweier fötalen Flossen an, welche im Kopenhagener Museum in Spiritus aufbewahrt werden und welche mich zu einer recht abweichenden Anschauung führten. Ich darf auf meine eigenen Beobachtungen um so mehr Gewicht legen, als sie von einem wohlconservirten

Fig. 21.

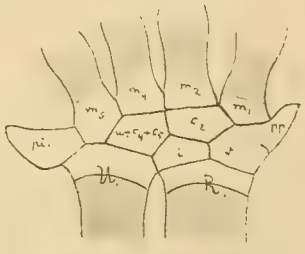


Fig. 22.

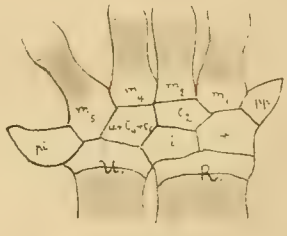


Fig. 23.

Fig. 21. Vorderextremität eines erwachsenen Grönlandswales (nach Eschricht und Reinhardt).
Fig. 22. Carpus eines Embryos von *Balaena mysticetus*.
Fig. 23. Carpus eines Embryos von *Balaena mysticetus*.

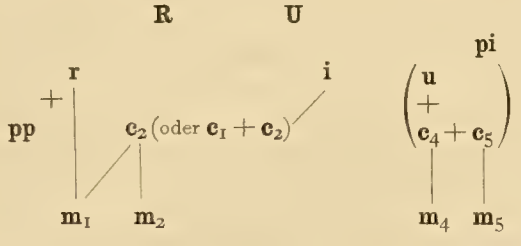
Präparate gewonnen wurden, und als den früheren Untersuchern, welche ausserdem die hier vorliegende Frage nicht berücksichtigten, nur getrocknete, resp. skeletirte Hände vorlagen.

An den ziemlich grossen fötalen Flossen constatirte ich Folgendes (Fig. 22 u. 23): Der sogenannte erste Finger war ein kleines einheitliches Knorpelstück ohne jede Spur einer Verknöcherung, während

1) P. v. Beneden et P. Gervais, Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles.

die übrigen Finger bis zu den Endphalangen wohlausgebildete Knochenkerne besassen. Ferner hatte der angebliche erste Finger nicht die Lage, welche er auf der Zeichnung von ESCHRICHT und REINHARDT (MALM's[1] Zeichnung ist nur eine undeutliche Copie davon) sowie von P. VAN BENEDEN und GERVAIS haben sollte; er sitzt dem unzweifelhaft als Radiale zu bezeichnenden Carpalelement nicht in voller Breite auf, sondern inserirt sich nur an einer seitlichen, radial gelegenen Facette, während der angebliche zweite Finger mit fast der ganzen Breite seines Metacarpale dem Radiale aufsitzt. Während an der einen Hand der sogenannte erste Finger, der also das Metacarpale 1 repräsentiren müsste, vom Radiale getrennt ist, ist er an der anderen Hand zum grösseren Theile mit dem Radiale verschmolzen und zeigt nur an der radialen Seite den Rest einer Trennungslinie. Es stellt sich also hier das gesammte als erster Finger angesprochene Gebilde dar als ein kleines Knorpelelement, welches seitlich dem Radiale aufsitzt und theilweise mit ihm verschmolzen ist. Nun hatten wir aber ganz die gleiche Bildung bei den Furchenwalen kennen gelernt, sie aber hier nicht als ersten Finger, sondern als Praepollex bezeichnet, und eine Vergleichung der entsprechenden Zeichnungen giebt mir genügenden Grund, auch in vorliegendem Falle von einem Praepollex zu sprechen. Meiner Meinung nach ist also der angebliche erste Finger des Grönlandswales kein solcher, sondern der Praepollex.

Es schliesst sich damit der Grönlandswal eng an die Furchenwale an, indem auch in seiner Flosse nur vier Finger vorhanden sind. Der fehlende Finger ist dem Bau des Carpus nach, wie zu erwarten, auch hier der Mittelfinger. Wenn wir diese Annahme machen, so wird die Deutung der Carpalelemente durchaus die gleiche wie die der Furchenwale, speciell der *Balaenoptera musculus*. Die drei proximalen Carpalstücke haben die typische Lagerung von Radiale, Intermedium und Ulnare. Das radial gelegene distale Carpale ist der Hauptsache nach Carpale distale 2, es schiebt sich aber mit einer Facette unter das Metacarpale 1 und enthält daher auch noch möglicherweise den Rest von c_1. Das bei den Furchenwalen vorkommende zweite Carpale, welches als c_4 bezeichnet wurde, ist beim Grönlandswal in das Ulnare, welches auch schon das Carpale distale 5 enthält, mit einbezogen worden. Das Schema für den Carpus des fötalen Grönlandwales lautet also:



Damit wird der Carpus des Grönlandswales denen der anderen Bartenwale sehr angenähert, während durch die Annahme, dass der radial ansitzende Knorpel nicht der Praepollex, sondern der erste Finger sei, eine grosse Kluft zwischen Glatt- und Furchenwalen in Bezug auf das Handskelet errichtet würde, die durch die übrige Organisation sich nicht rechtfertigen lassen würde. Weitere Untersuchungen an neuem Materiale werden meine Annahmen noch zu sichern und zu erweitern haben. Besonders wichtig wird es sein, Beobachtungen an frischen Flossen des südlichen Glattwales, der *Eubalaena australis* zu machen, weil da nach den Angaben mehrerer Autoren eine oder zwei Phalangen dem sogenannten ersten Metacarpale aufsitzen sollen. Sollten diese an nicht einwandsfreiem Materiale angestellten Beobachtungen sich bestätigen, so würde damit noch immer nicht gesagt sein, dass es nicht doch der Praepollex sein könnte.

1) MALM, Hvaldjur i Sveriges Museer år 1869. Kong. Svenska Vetensk. Akad. Afhand. Bd. 9. No. 2. Tafel 6. Fig 55.

Wir müssen uns nur vergegenwärtigen, dass der Praepollex, dem im Allgemeinen eine höchst untergeordnete oder gar keine Function zukommt, in der sich auch radialwärts stark verbreiternden Brustflosse der Glattwale, ebenso wie die übrigen Finger und wie das mächtige Pisiforme die Function übernimmt, die Flosse zu stützen und ihrer Schwimmhaut zur Insertion zu dienen. Es kann also, ebenso wie das Pisiforme sich fingerartig vergrössert hat, auch der Praepollex eine secundäre Vergrösserung erfahren, und derselbe Factor, welcher einen Zerfall der Finger in zahlreiche Einzeltheile (Hyperphalangie) bewirkt hat, wird auch auf den knorpeligen Praepollex einzuwirken und ihn zu theilen vermögen.

Die starke Entwickelung des Praepollex der Glattwalhand erscheint mir nach Gesagtem nicht als eine alt ererbte Eigenschaft, sondern als eine Neuerwerbung, hervorgerufen durch die directe Inanspruchnahme durch eine ausgeprägte physiologische Function.

Zusammenfassung.

Fassen wir die Beobachtungen über den Carpus der Bartenwale kurz zusammen, so ergiebt sich, dass sich ein tiefgreifender Unterschied zwischen ihm und dem Carpus der Zahnwale darin kundgiebt, dass im Bartenwalcarpus ausnahmslos das Carpale distale 3 verschwunden ist, eine Thatsache, die sich aus dem Verschwinden des dritten Fingers erklärt. Ein Centrale kann vorhanden sein (*Balaenoptera Sibbaldii*, *Megaptera boops*) oder fehlen. Das Carpale distale 5 ist bei allen verschwunden, seine Stelle nimmt mit ein das mächtig entwickelte Ulnare, welches auch noch mit dem Carpale distale 4 verschmelzen kann. Ueberhaupt spielt der Verschmelzungsprocess eine grosse Rolle im Carpus der Bartenwale, so können die drei distalen Carpalien 1, 2 und 4 zu einem Stück verschmolzen sein (*Balaenoptera Sibbaldii*), das Centrale mit dem Radiale (*Megaptera boops*) oder Intermedium (*Balaenoptera Sibbaldii*), das Ulnare mit dem Carpale distale 4 oder dem Intermedium (*Megaptera boops*), sowie dem Pisiforme und sogar der Ulna (*Megaptera boops*).

Von den distalen Carpalien ist das constanteste das erste auf der radialen Seite, welches aus c_1 und c_2 besteht.

Stets vorhanden ist das mächtig entwickelte Pisiforme, welches zur Stütze des ulnaren Flossensaumes herangezogen wird und somit eine wesentliche Function des Cetaceenfingers übernimmt.

Bei den Furchenwalen nur noch im embryonalen Zustande vorhanden, bei den Glattwalen aber auch beim Erwachsenen wohl entwickelt, ist der Praepollex, der bei ersteren im Laufe der Entwickelung der Flosse mit dem Radiale verschmilzt, bei letzteren aber als ziemlich ansehnliches, später auch verknöcherndes Carpalelement persistirt, und ebenso wie das Pisiforme den ulnaren, den radialen Flossensaum zu stützen hat.

So zeigt sich der Carpus der Bartenwale als ein im Grossen und Ganzen nach übereinstimmendem Typus gebautes Gebilde, welches sich in keiner Weise in irgend welche nähere Beziehung zu den ganz abweichend gebauten Handwurzeln der Zahnwale bringen lässt.

Phalangen.

Die Zahl der Phalangen ist bei den Bartenwalen im Allgemeinen geringer als bei den Zahnwalen, doch sind die einzelnen Phalangen dafür beträchtlich länger.

Ganz ausnahmslos lässt sich auch für die Bartenwalhand das Gesetz feststellen, dass die Zahl der Phalangen bei den Embryonen grösser ist als beim Erwachsenen. Für *Balaenoptera musculus* und *Balaeno-*

ptera rostrata habe ich es bereits in einer früheren Arbeit [1]) gezeigt, für erstere Species wie für *Balaenoptera Sibbaldii* wurde es von Lebouco[2]) angegeben. Für *Megaptera boops* vermag ich es jetzt ebenfalls festzustellen; die Phalangen waren folgende:

	I	II	IV	V
ein Embryo von 72 cm Länge	4	10	10	4
erwachsenes Thier (nach Struthers)	3	8	7	4

Die Abnahme der Phalangenzahl ist also theilweise eine recht beträchtliche. Die Flosse des Erwachsenen zeigt übrigens trefflich an, dass es die terminalen Phalangen sind, welche verschwinden; man sieht nämlich, wie an den Knorpeln der terminalen Phalanx sich noch ein paar durch unvollkommene Spalten getrennte Knorpelplatten ansetzen, die als die letzten Reste der embryonalen Endphalangen aufzufassen sind (s. Fig. 18).

Von grossem Interesse waren mir die Phalangenverhältnisse bei *Balaena mysticetus*. Der sogenannte erste Finger, meiner Ansicht nach der Praepollex, zeigt sich an den embryonalen Händen als ein einheitliches kurzes Knorpelstück, welches in einem Falle theilweise mit dem Radiale verschmolzen ist. Wäre dieses Element wirklich ein rudimentärer Daumen, so würde es höchst wahrscheinlich sein — nach Analogie mit anderen Fingern, — dass sich wenigstens embryonal noch ein oder zwei Fingerglieder mehr anlegten. Nichts davon zeigt sich, ein neuer Grund, den betreffenden Knorpel nicht als Rudiment des Daumens, sondern als den Praepollex anzusehen. Der erste Finger enthält nach Eschricht beim Erwachsenen vier Glieder, dieselbe Anzahl fand ich an beiden embryonalen Flossen auf; Anzeichen von noch mehr knorpelig angelegten terminalen Phalangen zeigten sich hier nicht. Der zweite Finger, welcher nach Eschricht fünf Glieder besitzt, sieht beim Embryo ganz eigenthümlich aus. Auch hier fanden sich 5 Phalangen vor, eine jede mit einem wohlausgebildeten Knochenkern in der Mitte. Die distale Epiphyse der letzten Phalanx setzte sich aber in eine sehr lange knorpelig-häutige Spitze fort, die äusserlich keinerlei Anzeichen einer Trennung aufzuweisen hatte. Zweifellos entspricht die fünfte Phalanx des Embryo der fünften Phalanx des erwachsenen Thieres, das lange knorpelige Fingerende geht also bei letzterem völlig verloren und ist daher keine Neubildung, sondern ein Rudiment. Da wir ähnliche Bildungen, wenn auch nicht so ausgeprägt, bereits bei anderen Cetaceen kennen gelernt haben, so gehen wir nicht fehl, wenn wir auch in diesem Falle den langen Knorpelfortsatz als entstanden ansehen aus der Verschmelzung von embryonal angelegten weiteren Phalangen. Nach der Länge des Fortsatzes, dessen innere Structur ich leider nicht untersuchen konnte, zu urtheilen, muss eine grössere Anzahl von embryonalen Phalangen in ihm verschmolzen sein.

Der Schluss ist daher vollkommen gerechtfertigt, dass *Balaena mysticetus* von Walen mit einem sehr viel längeren zweiten Finger in der Brustflosse abstammt.

Ebenso verhält es sich mit dem vierten Finger (der dritte fehlt, meiner Hypothese zu Folge), nur ist die an die fünfte Phalanx sich ansetzende Endspitze etwas kürzer, und auch der fünfte Finger zeigt ausser der Anlage der drei Phalangen noch eine kleine Endspitze.

Wir können so den obigen Schluss dahin verallgemeinern, dass, wie sich aus der Entwickelungsgeschichte ergiebt, die Gestalt der Brustflosse von *Balaena mysticetus* keine ursprüngliche ist, sondern dass dieser Wal von Vorfahren abstammt, welche eine sehr viel längere Brustflosse (ähnlich wie die *Balaenopteriden*) besessen haben. Es ist dies kein unwichtiger Punkt für spätere Versuche, die Verwandtschaftsbeziehungen der Wale untereinander zu ergründen.

1) Anatom. Anz. 1890. p. 51.
2) Lebouco, l. c. p. 620.

3. Zur Entwickelungsgeschichte der Brustflosse.

Phocaena communis.

Die Hand von *Phocaena communis* gehört zu den am besten studirten Objecten der Cetologie, und es könnte überflüssig erscheinen, nochmals auf diesen Gegenstand, den ich bereits im ersten Bande behandelt habe, einzugehen. Wenn ich es trotzdem thue, so geschieht es, weil ich Neues zu bringen vermag. Die Gelegenheit, sehr kleine Embryonen des Braunfisches untersuchen zu können, war mir auch für das Studium der Entwickelung des Handskeletes von hohem Werthe.

An dem ersten Stadium, dem Embryo von 2,5 cm. Länge, stellte ich Folgendes fest. Die äussere Form der Flosse war von der des erwachsenen Thieres ziemlich verschieden. Beim erwachsenen Thiere verläuft die Brustflosse auf der radialen Seite stark gekrümmt, auf der ulnaren fast gerade und endigt in eine distincte Spitze, in welche sich das letzte Ende des zweiten Fingers hineinbegiebt. Bei vorliegendem Embryo ist dagegen die Form eine viel symmetrischere, sowohl auf der radialen wie auf der ulnaren Seite macht der Flossensaum einen ziemlich gleichmässig gekrümmten Bogen, und oben findet sich anstatt einer Spitze eine Rundung, welche in der Mitte sogar eine Einkerbung zeigt, die, wie wir gleich sehen werden, zwischen die Spitze des zweiten und dritten Fingers hineinreicht (Fig. 24).

Da es nicht angängig war, das der Kopenhagener Sammlung gehörige kostbare Object in Schnittserien zu zerlegen (die histologischen Verhältnisse in dieser frühen Entwickelungsperiode studirte ich an einem nur wenig grösseren Embryo), so musste ich zum Studium der Handskeletanlagen die Untersuchung des aufgehellten Objectes unter der Loupe vornehmen, wodurch ich über die Zahl der Elemente und ihre Lagebeziehungen genügende Aufschlüsse erhielt. Der Carpus war bereits völlig angelegt, in dem dichten Bindegewebe fanden sich die fünf auch beim Erwachsenen vorhandenen Elemente als rundliche Knorpelanlagen wieder. Eigentlich erwartete ich mehr Carpalanlagen zu finden, die erst später verschmelzen würden, es fand sich aber nicht die geringste Andeutung davon, dass eines oder das andere Knorpelstück aus zwei ursprünglich getrennten Anlagen hervorgegangen sei. Genau wie der Carpus des Erwachsenen hatte sich der Carpus in diesem so frühen Stadium angelegt, ein neuer Beweis für die Annahme, dass die Entwickelungsgeschichte für die Skeletlehre sehr wenig zu leisten vermag. Aus vergleichend-anatomischen Gründen muss aber doch ein Theil der Carpalia vom Braunfisch aus verschmolzenen ursprünglichen Carpalien bestehen.

Fig. 24.
Rechte Hand eines Embryos von *Phocaena communis* von 2,5 cm. Länge.

Der relativ starken Entwickelung des Carpus gegenüber sind die Finger in ihrem Wachsthum stark zurückgeblieben, die beiden längsten, der zweite und der dritte, erreichen wenig mehr als den doppelten Längsdurchmesser des Carpus, während sie beim Erwachsenen mehr als sechsmal so lang sind.

Wir kommen nunmehr zur Feststellung einer sehr wichtigen Thatsache. Lebouco und ich haben für alle bisher untersuchten Walarten angegeben, dass die Zahl der Phalangen in embryonalen Stadien eine grössere sei als beim Erwachsenen, und speciell bei *Phocaena communis* konnte ich diese Thatsache ebenfalls constatiren. In dem uns vorliegenden Handskelet ist aber die Zahl der Phalangen bedeutend geringer als beim Erwachsenen, und es könnte somit der Schluss berechtigt erscheinen, dass Lebouco und

ich im Irrthum wären, und die Autoren, welche eine geringere Phalangenzahl für die Embryonen als für die Erwachsenen angenommen haben, Recht hätten. Demgegenüber möchte ich von vornherein constatiren, dass die von uns behauptete grössere Anzahl der Phalangen bei den Embryonen in der That überall vorhanden ist, aber nur von einem gewissen Stadium an. Bis jetzt sind vor diesem Stadium liegende Entwickelungsstufen des Handskelets nicht beschrieben worden, in der vorliegenden winzigen Braunfischflosse haben wir nun eine solche vor uns; wir können uns vorstellen, dass diese Entwickelungsphase den Uebergang aus dem allgemeinen Säugethierstadium, mit seinen 3- und 4-gliedrigen Fingern, in das Cetaceenstadium mit vielen Fingergliedern repräsentirt. Man sollte also erwarten, dass das Studium solcher Stadien das Räthsel, wie die Hyperphalangie entstanden ist, zu lösen vermöge.

Betrachten wir die Fingerskeletanlage des vorliegenden Embryos genauer, so sehen wir Folgendes. Jeder Finger ist in seiner äusseren Form vorgebildet durch dichtes Bindegewebe. In jeder bindegewebigen Anlage treten Knorpelkerne auf und zwar derartig gelagert, dass die grössten proximal, die kleinsten distal liegen. Die Fingerspitze wird stets nur von Bindegewebe gebildet. Die an Grösse abnehmenden Knorpelkerne zeigen nun zwischen sich nur gleichmässiges Bindegewebe, in welchem noch keinerlei Anlage einer Trennungsfurche sichtbar ist, so dass also die Ausbildung der Gelenke in eine spätere Zeit fällt. Von solchen Knorpelkernen finden sich vor im ersten Finger 3, im zweiten und dritten je 6, im vierten 5 und im fünften 3.

Ein Vergleich mit den vom erwachsenen Thier bekannten Zahlen zeigt, dass die Anzahl der Fingerglieder dieses Embryos bedeutend geringer ist.

Wir müssen nun festzustellen versuchen, in welcher Weise die noch zu bildenden Phalangen in dem Finger entstehen. Zu diesem Zweck untersuchte ich eine Flosse, welche nur wenig grösser war als die vorhergehende und von einem 4,7 cm. langen Embryo stammt.

Die in Flächenschnitte zerlegte Hand zeigte eine Vermehrung der Phalangen im zweiten und dritten Finger um je zwei. Es fragt sich nun, wie sie sich angelegt haben. Schon bei dem kleinsten Embryo liess sich eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Grösse der Phalangen wahrnehmen, indem die proximalen die grössten, die distalen die kleinsten waren. Ganz dasselbe Verhalten lässt sich nun auch bei dem zweiten Embryo beobachten; die Grösse der Phalangen nimmt in distaler Richtung ab. Nun sind aber bei letzterem im zweiten und dritten Finger zwei Knorpelkerne hinzugekommen, und es bleibt uns nur der Schluss übrig, dass sie am Ende des Fingers entstanden sind. Hätten sie sich an irgend welcher anderen Stelle gebildet, so müsste eine Ungleichheit in dem Grössenverhältnis der einzelnen Phalangen zu bemerken sein, welche in der Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Der Finger erhält also seine vermehrte Phalangenzahl dadurch, dass die neuen Anlagen in dem die Spitze des Fingers bildenden Bindegewebe erscheinen. Wir haben somit einen Bildungsvorgang vor uns, der durchaus der gleiche ist, wie wir ihn von der typischen Säugethierhand kennen. In beiden Fällen legen sich die Knorpelkerne, welche die späteren Fingerglieder zu bilden bestimmt sind, in der Weise an, dass zuerst die proximalen (die Metacarpalia) erscheinen und darauf die anderen aufeinander folgen, so dass die letzte Phalanx zuletzt gebildet wird. Der ganze Unterschied ist nur der, dass in dem einen Falle drei, respective vier, in dem anderen mehrere Knorpelkerne sich anlegen.

Der vielgliedrige Cetaceenfinger entwickelt sich also genau so wie der typische Säugethierfinger, und damit ist der entwickelungsgeschichtliche Nachweis geliefert, dass eine ungleiche morphologische Werthigkeit der drei resp. vier proximalsten Cetaceenphalangen gegenüber den distal gelegenen als secundären Theilproducten eines ursprünglich einheitlichen Knorpelstrahles nicht existirt.

Es kommt nun darauf an, weitere Argumente zu Gunsten dieser Anschauung beizubringen.

Bleiben wir zunächst bei *Phocaena*, so sehen wir an den Fingern der zweiten Flosse (vom Embryo 4,7 cm.) noch Folgendes. Die Entwickelung der Gelenke ist sehr klar an vorliegendem Stadium zu verfolgen. Das embryonale Bindegewebe, in welchem die Knorpelkerne sich, von der proximalen nach der distalen Richtung fortschreitend, distinct anlegen, beginnt ebenfalls von der proximalen Seite aus sich zu differenziren, und zwar treten Bindegewebsfasern auf, welche den vom Centrum aus wachsenden Knorpelkern jeder Phalanx umgeben und ausserdem die gesammte Fingeranlage umziehen. Während nun die distalsten Phalangen-Anlagen noch durch eine breite Schicht einfachen embryonalen Bindegewebes getrennt sind, wird an den mehr proximalen eine Differenzirung dieses zwischen je 2 Phalangen gelegenen Bindegewebes in der Weise bemerklich, dass die den beiden Knorpelmassen anliegenden Schichten fibrillär werden, die dazwischen liegende dagegen auf ihrem embryonalen Zustande verharrt und später eine mehr oder minder rudimentäre Gelenkhöhle liefert. Wie bei den übrigen Säugethieren, so zeigen auch hier die Phalangen, wenigstens in diesem frühen embryonalen Stadium, eine distalwärts concave, proximalwärts convexe Gelenkfläche.

Noch möchte ich bezüglich des Carpus einer Erscheinung Erwähnung thun, welche ich beim kleinsten Embryo nicht beobachten konnte. Auf meinen Flächenschnitten kann ich nämlich mit vollster Sicherheit die Existenz eines Praepollex nachweisen, welcher bis jetzt noch niemals bei *Phocaena* beschrieben worden ist. Figur 26 legt die Verhältnisse klar. Radialwärts vom Radiale, dem Radius mit einer schmalen Fläche aufsitzend, befindet sich ein länglich-ovaler Knorpelkern, der vollkommen distinct im embryonalen Bindegewebe liegt. Seiner Lage nach ist er nur als die Anlage eines Praepollex aufzufassen. Was aus ihm wird, lässt sich schon aus diesem Stadium errathen; er nähert sich nämlich dem als Metacarpale 1 zu bezeichnenden Knorpel, der auch das Carpale distale 1 enthält, sehr stark und ist von ihm am wenigsten scharf getrennt. Auf einem wenig grösseren Stadium zeigt die eigenthümliche Gestalt dieses Metacarpale auf Flächenschnitten an, dass in der That die Verschmelzung mit dem Praepollex erfolgt ist, und wir können, wenn wir die verschiedenen Abbildungen von Braunfischhänden betrachten und sehen, wie in vielen Fällen das Metacarpale des ersten Fingers an seiner radialen Seite tief in den Carpus, fast bis zum Radius herabreicht, jetzt verstehen, dass diese Gestalt von der Verschmelzung des Praepollex mit dem Metacarpale herrührt.

Fig. 25.
Handskelet eines Embryos von *Phocaena communis* von 4,7 cm. Vergr. 3.

Dass das Metacarpale 1 auch das Carpale distale 1 enthält, ist schon aus seiner Gestalt wahrscheinlich, zur Gewissheit wird mir diese Annahme durch einen Befund an der Hand eines jungen Braunfisches von 128 cm. Länge. Hier sehen wir nämlich dem Radiale aufsitzend, zwischen ihm und dem deutlich verknöcherten Metacarpale ein Knorpelelement, welches zwar vom darüber liegenden Metacarpale nicht deutlich getrennt ist, aber doch einen wohlausgebildeten rundlichen Knochenkern aufzuweisen hat. Wir können es nur als Carpale distale 1 ansehen, welches in vorliegendem Falle zwar mit dem Metacarpale 1 verschmolzen ist, aber doch einen eigenen Knochenkern ausbildet.

In Bezug auf die allgemeine Gestalt der Flosse zeigt sich mit der fortschreitenden Grössenzunahme eine deutliche Veränderung. Durch die Zunahme der Phalangenzahl, sowie das starke Wachsthum der bereits vorhandenen Fingerglieder streckt sich die Flosse in die Länge und verliert vorn ihre ursprünglich abgerundete Form. Indem der dritte Finger auf seiner Phalangenzahl (8) beharrt, der zweite aber an seinem Ende noch neue Phalangen bildet, wächst letzterer über den ersteren hinaus, und dies verursacht eine zugespitzte Gestalt des Flossenrandes. Eine weitere Veränderung der äusseren Form der Flosse tritt auf in der Krümmung des radialen Randes. Auch das lässt sich embryologisch verfolgen. Die Flosse des kleinsten Embryos hat noch eine ovale Begrenzung, die an Grösse darauf folgenden zeigen aber deutlich

an, wie auf der radialen Seite eine starke Krümmung eintritt, der auf der ulnaren Seite eine Streckung des Flossensaumes entspricht. Mit dieser immer mehr zunehmenden radialen Einwärtskrümmung geht Hand in Hand eine Krümmung der Fingerstrahlen. Der erste Finger zieht noch bei den kleinsten Embryonen schräg divergirend nach der radialen Seite zu, er krümmt sich besonders in seiner oberen Hälfte etwas ein bei den grösseren. Auffälliger wird es beim zweiten Finger. Bei dem kleinsten Embryo fast geradlinig, erhält er in den darauf folgenden Stadien eine immer stärker werdende Krümmung, und ebendasselbe zeigt sich beim dritten Finger. Der vierte Finger ist beim kleinsten Embryo sogar radialwärts gebogen, verläuft im darauf folgenden Stadium geradlinig und krümmt sich in den nächst grösseren mehr und mehr ulnarwärts ein. Der fünfte Finger, der beim kleinsten Embryo geradlinig ist, zeigt ein umgekehrtes Verhalten, er erhält allmählich eine Krümmung, die nach der radialen Seite zu offen ist (Fig. 25, 27, 28, 29).

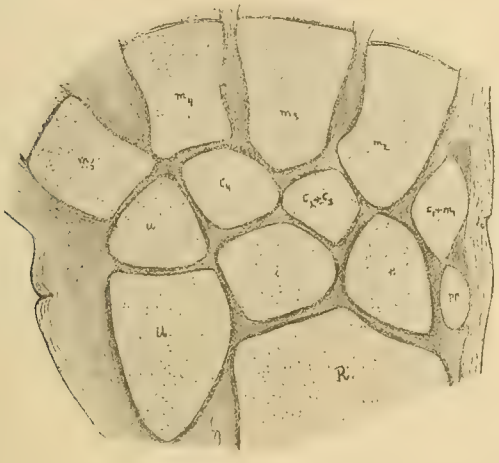


Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

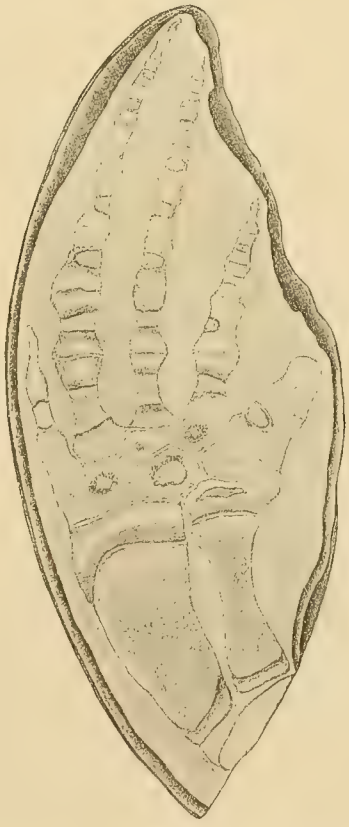


Fig. 30.

Fig. 26. Flächenschnitt durch die Hand eines Embryos von *Phocaena communis* von 4,7 cm. Länge. Vergr. 25.
Fig. 27. Handskelet eines Embryos von *Phocaena communis* von 7 cm. Länge. Vergr. 3.
Fig. 28. Handskelet eines Embryos von *Phocaena communis* von 10,7 cm. Länge. Vergr. 3.
Fig. 29. Handskelet eines Embryos von *Phocaena communis* von 12,7 cm. Länge.
Fig. 30. Handskelet eines Embryos von *Phocaena communis* von 68 cm. Länge.

Stellen wir die Phalangenzahlen (incl. Metacarpalia) nach der Grösse der Embryonen zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

Embryolänge	I	II	III	IV	V
2,5 cm.	3	6	6	5	3
4,7 cm.	3	8	8	5	3

Embryolänge	I	II	III	IV	V
7 cm.	3	9	8	5	4
10,7 cm.	2	9	9	6	4
12,7 cm.	3	10	9	5	4
68 cm.	2	9	8	5	2
junges Thier 128,3 cm.	2	8	8	5	4
erwachsenes altes Thier	2	8	6	4	2

Weitere Angaben der Phalangenzahl erwachsener Thiere sind im ersten Bande verzeichnet. Aber schon aus vorliegendem Materiale erhellt ohne weiteres, dass Lebouco und ich auch für *Phocaena* im Rechte sind, von einer grösseren Phalangenzahl im Embryonalleben zu sprechen. Nur in den allerjüngsten Stadien finden sich weniger Phalangenanlagen vor, aus dem einfachen Grunde, weil sie in die Entwickelungsstufe gehören, in welcher sich das Handskelet knorpelig anzulegen beginnt. Sehr schnell, schon bei 12 cm. Länge, ist das Maximum der Phalangenanlagen erreicht, und nun tritt ein zweiter Process auf, der zur Verminderung der Phalangenzahl führt. Meine Untersuchungen, in welcher Weise die Reduction vor sich geht, liefern einen neuen Beweis für die schon vordem festgestellte Thatsache, dass die Verminderung der Phalangenzahl durch Verschmelzung der Endphalangen und Rudimentärwerden derselben erfolgt. Dieser Process ist schon so eingehend beschrieben worden, dass ich mir eine Wiederholung ersparen kann.

Stellen wir nochmals kurz fest, was wir über die Entwickelung des Fingerskelets der *Phocaena communis* kennen gelernt haben, so sehen wir zuerst eine bindegewebige Anlage, in welcher sich, distalwärts fortschreitend, isolirte Knorpelkerne anlegen. Letztere stellen die Anlage der Phalangen dar. Ihre Zahl ist grösser als beim Erwachsenen, eine Thatsache, die sich durch allmähliche Verschmelzung und Reduction der Endphalangen erklärt.

Delphinus.

An dem im Verzeichnis mit No. 8 aufgeführten kleinen Delphinembryo aus Grönland sah ich auf Flächenschnitten Folgendes. Die Hand zeigte noch nicht die ausgesprochene Biegung auf der radialen Seite, welche so charakteristisch für die Brustflosse des erwachsenen Thieres ist. Die Länge der einzelnen Fingerstrahlen ist in diesem frühen Stadium noch mehr gleichartig als beim Erwachsenen. Die Carpalverhältnisse sind die gleichen, bis auf das Auftreten eines wohlgegliederten Praepollex, der mit seiner Basis einer Facette des Radius aufsitzt. Die Zahl der Phalangen (incl. Metacarpalia) ist folgende:

I	II	III	IV	V
4	8	8	5	4

Bei den grösseren Embryonen ist sie für den zweiten und zum Theil auch den dritten Finger stets grösser:

3	10	9	6	4	(Weber)
3	10	8	5	3	
3	11	8	5	3	(Lebouco)

Aus einer Vergleichung der Grösse der einzelnen Phalangen des zweiten Fingers ergiebt sich, dass diese Grösse distalwärts ganz allmählich abnimmt, und dass neue Phalangen sich nur am distalen Ende bilden können. Es erfolgt also auch an dieser Flosse die Anlage der Phalangen in derselben Weise wie im typischen Säugethierfinger. Ein Blick auf beigefügte Figur (Fig. 31) zeigt, dass die letzten Phalangen-

anlagen als rundliche Knorpelkerne im embryonalen Bindegewebe liegen, und Anzeichen einer beginnenden Gelenkbildung noch nicht vorhanden sind; nur in dem proximalen Theil der Finger sieht man sie.

Eine eigenthümliche Sonderstellung nimmt der erste Finger ein. In Folge der starken radialen Krümmung an den stark entwickelten zweiten Finger gedrückt, bleibt er sehr klein und hat nur ein Fingerglied mehr entwickelt als der typische Daumen. Es rührt dies daher, dass er so gut wie gar nicht in den Dienst der Function gezogen wird, der die übrigen Finger unterworfen sind. Dass er nicht völlig verschwindet, mag daher kommen, dass er für den radialen Flossenrand, welcher bei angedrückter Brustflosse dem Anprall des Wassers in erster Linie ausgesetzt ist, und der daher viel stärker entwickelt ist als der ulnare, eine stützende Unterlage liefert. Eine andere Function scheint ihm nicht zuzukommen, und da er speciell nicht zur Beugung der Flosse verwandt wird, so verschmelzen seine Glieder vollständig. Dasselbe gilt von dem ersten Finger einer grossen Anzahl anderer Zahnwale, welche ebenfalls eine radial stark gebogene Flosse besitzen.

An vorliegendem Exemplar zeigen sich noch 4 Glieder im ersten Finger, von denen das erste nicht nur das Metacarpale, sondern auch das Carpale distale 1 enthält. Spätere Verschmelzungen der Phalangen können zur Bildung eines einheitlichen Knorpelstabes führen, so dass sich die embryonale Phalangenzahl bis auf eine reducirt.

Auch an der Hand eines anderen kleinen Delphinembryos, No. 9 des Verzeichnisses, liess sich constatiren, dass die volle Phalangenzahl am zweiten und dritten Finger noch nicht ausgebildet war, während am ersten Finger bereits die secundäre Verschmelzung der Phalangen sich vollzogen hatte.

Es waren Phalangen vorhanden:

I	II	III	IV	V
2	8	7	5	4

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 31. Hand von *Delphinus spec.* Embryo 2,75 cm. Vergr. 20.
Fig. 32. Handskelet eines Delphinembryos. Vergr. 2.
Fig. 33. Handskelet eines Delphinembryos. Vergr. 2.
Fig. 34. Handskelet eines Delphinembryos. Vergr. 2.

Recht häufig zeigt sich an der Hand von Delphinembryonen die beginnende Längsspaltung des fünften und auch vierten Fingers. Den früheren diesbezüglichen Mittheilungen von Lebouco und mir habe ich, soweit es sich um das thatsächliche Material handelt, nichts zuzufügen und will hier nur die

Abbildung von drei embryonalen Delphinflossen geben, an denen diese Längsspaltung deutlich ausgeprägt ist (s. Fig. 32, 33, 34).

Ueber die principielle Bedeutung der Längsspaltung habe ich eine durchaus andere Meinung als Leboucq und werde sie bei Besprechung der allgemeinen Fragen am Schlusse dieses Abschnittes auseinandersetzen.

Eine ebensolche Längsspaltung beobachte ich an dem fünften Finger der Hand eines Embryos von *Tursiops tursio*. Es zeigt sich auch in vorliegender, der Delphinhand sehr ähnlichen Tümmlerhand eine weitgehende Verschmelzung der Phalangen des klein bleibenden ersten Fingers (Fig. 35).

Globiocephalus melas.

Von hoher Bedeutung für die Entwickelungsgeschichte der Cetaceenhand sind die Verhältnisse bei embryonalen Händen von *Globiocephalus melas*. Bereits im ersten Bande meiner Studien war ich näher auf die Flosse des Grindwales eingegangen und werde auf die Carpalverhältnisse etc. nicht mehr zurückkommen, sondern nur auf eine entwickelungsgeschichtliche Thatsache hinweisen. Beifolgend gebe ich die Abbildungen von 4 Handskeleten embryonaler Grindwale, aus deren Betrachtung ohne weiteres hervorgeht, dass der zweite Finger bei dem kleinsten Embryo (7 cm.) noch verhältnismässig klein ist, während

Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39.

Fig. 35. Handskelet eines Embryos von *Tursiops tursio*. Vergr. 2.
Fig. 36. Handskelet eines Embryos von *Globiocephalus melas*.
Fig. 37. Handskelet eines Embryos von *Globiocephalus melas*.
Fig. 38. Handskelet eines Embryos von *Globiocephalus melas*.
Fig. 39. Handskelet eines Embryos von *Globiocephalus melas*.

er durch das zweite und dritte Stadium hindurch, in der grössten Flosse eine ganz excessive Länge erreicht (Fig. 36, 37, 38, 39). Dass diese Vergrösserung nicht etwa von einem schnelleren Wachsthum der Phalangen herrührt, zeigt ein Vergleich von deren Anzahl. Der Finger wächst, indem sich an sein Ende

immer neue Phalangenanlagen ansetzen und die äusserste Spitze weiter hinausschieben. Die Anlage der neuen Phalangen erfolgt in einer sehr viel späteren Embryonalzeit, als sich die letzten Phalangen bei anderen Embryonen ansetzen. Schon aus dieser zeitlichen Differenz können wir schliessen, dass wir es hier mit einem secundären Vorgang zu thun haben, welcher stammesgeschichtlich ziemlich spät eintrat, nachdem schon die Hyperphalangie sich ausgebildet hatte. Es wird mir nunmehr auch die geringe Phalangenzahl erklärlich, welche J. Ryder[1]) von einem sehr kleinen Embryo von *Globiocephalus* giebt, nämlich:

I	II	III	IV	V
2	10	9	5	4

Der betreffende Embryo befindet sich in einem Stadium, in welchem die Phalangen erst knorpelig angelegt werden, und dieser Process findet für den zweiten Finger erst seinen Abschluss in dem Stadium, Fig. 39, wenn 17 Phalangen angelegt worden sind. In späteren Stadien tritt die bekannte Reduction der letzten Fingerglieder ein, welche die Zahl der Phalangen beim Erwachsenen wieder herabmindert.

Der Entwickelungsgeschichte des Carpus von *Beluga leucas* habe ich bereits eine eigene Studie[2]) gewidmet und darin den Nachweis geführt, dass es bei dieser Species durch Verschmelzung von dem klein bleibenden c_5 und dem c_4 zur Bildung eines Hamatums kommen kann, dass c_5 auch mit dem Ulnare verschmelzen kann, und dass sich zwischen beiden Extremen alle Uebergangsstufen finden. Ferner hatte ich eine genaue auf Schnittserien begründete Beschreibung der beiden Centralia und ihrer Verschmelzungen gegeben und auf einen Fall verwiesen, in welchem sich die Anlagen von drei theilweise verschmolzenen Centralien erkennen liessen, die in einer annähernd geraden Linie gelagert waren, welche von der Ulna durch das Intermedium zum Metacarpale 1 gezogen werden kann. Auch auf die Carpalverhältnisse des nahe verwandten *Monodon monoceros* war ich etwas eingegangen und will an dieser Stelle nur noch einen kleinen Beitrag zur Kenntnis der Phalangenzahlen letzterer Species liefern.

Die Phalangenzahlen werden beim Erwachsenen angegeben, zu

3 6 5 3 3 (van Beneden und Gervais)

bei einem grösseren Embryo von 29 cm. Länge fand ich folgende Zahl:

2 8 7 5 4

und bei einem kleinen Embryo von 13 cm. Länge:

2 9 8 6 5

Diese Zahlen sind theilweise noch etwas grösser als die, welche Lebouco von den vier ihm zur Verfügung stehenden Embryonen angegeben hat.

Es zeigt sich also auch hier die allgemein gültige Regel, dass bei den Embryonen mehr Phalangen angelegt werden, als bei den Erwachsenen zur Ausbildung kommen.

Sehr schön lässt sich an dem kleinen Embryo des Narwals beobachten, wie diese Erscheinung mit der Verkürzung der Flosse im Zusammenhange steht, wir sehen, wie die letzten Phalangen besonders des zweiten Fingers stark gegeneinander eingeknickt sind, weil der Flossenrand zu kurz ist, als dass sie sich in gestreckter Lage ausbilden könnten.

So viel glaube ich auf Grund meines Materiales für die Entwickelungsgeschichte der Brustflosse entnehmen zu können. Weitere Forschungen in dieser Richtung werden nur dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn sie an Embryonen unter 3 cm. Körperlänge angestellt werden.

1) United States Commission of Fish and Fisheries 1885. Tafel 2
2) Morph. Jahrb. 1892.

Ueber Nagelrudimente an Walflossen.

Ausschlaggebend für die Hypothesen vom Ursprunge der Hyperphalangie würde es sein, wenn es gelänge, nachzuweisen, dass die Fingerspitze der Cetaceenhand der Fingerspitze der typischen Säugethierhand entspricht. Von dieser Erwägung ausgehend, hat Lebouco [1]) versucht, an embryonalen Cetaceenflossen Rudimente von Nägeln nachzuweisen. Sind solche Nagelrudimente an der Spitze des Cetaceenfingers vorhanden, so ist damit der sichere Beweis dafür gegeben, dass der gesammte vielgliedrige Finger dem viergliedrigen Säugethierfinger homolog ist. Lebouco glaubt nun in der That zu einem positiven Resultate gelangt zu sein und rudimentäre Bildungen aufgefunden zu haben, welche als wohlspecialisirter primärer Nagelgrund aufzufassen sind. Seinen Ausführungen folgend, sehen wir, wie an zwei embryonalen Brustflossen von *Delphinus delphis* und einer embryonalen *Globiocephalus*-Flosse auf dorso-volaren Schnitten eine kleine Einbuchtung der Epidermis auf der dorsalen Seite des Endes vom zweiten Finger sichtbar wird. Von dieser Einbuchtung an bis zur Spitze der Flosse ist die Epidermis verdickt und verjüngt sich dann, bis sie am äussersten Rande der Flosse nur noch aus 2 oder 3 Zellenlagen besteht. Die eigenthümliche Differenzirung der Haut sieht Lebouco als rudimentäre Nagelanlage an.

Die Möglichkeit, dass die von Lebouco herangezogenen eigenthümlichen Bildungen an der dorsalen Seite der Fingerspitze etwas mit rudimentären Nagelanlagen zu thun haben, will ich gern zugeben, nur wollen mir seine Thatsachen nicht recht beweiskräftig erscheinen, und ich habe mich daher von Neuem mit der Frage beschäftigt. Ein positiveres Resultat würde man erhalten, wenn es gelänge, die von Lebouco beschriebenen Bildungen allgemein bei Cetaceen verbreitet zu finden, und vor allem, wenn man noch deutlichere Nagelrudimente auffinden würde.

Beides ist mir nun gelungen, und ich behaupte mit Lebouco, dass in der That an der embryonalen Cetaceenflosse rudimentäre Nagelrudimente sich vorfinden, welche an der dorsalen Seite der Flossenspitze, über der letzten Phalanx liegen.

Die Auswahl der zu untersuchenden embryonalen Flossen wird durch folgende Erwägung erleichtert. Wenn rudimentäre Nagelanlagen an der Cetaceenflosse wirklich noch vorkommen, so müssen sie zu einer Zeit erscheinen, wenn die letzten Phalangen des Fingers voll entwickelt sind, und vor allem, wenn der secundäre Process der Verkürzung der Flosse, über den ich später noch ausführlicher berichten werde, noch nicht begonnen hat. Nur in solchen Stadien liegt die Möglichkeit vor, etwaige Nagelrudimente aufzufinden. Brauchbares Material ist übrigens viel schwerer zu erhalten, als man zunächst annehmen möchte, da die Brustflossen sehr häufig an ihren Spitzen kleine Verletzungen, meist durch Druck, aufweisen, uud da vor allem die Epidermis sich an dieser Stelle leicht ablöst.

Zur Untersuchung kamen die Flossenspitzen von folgenden Embryonen: *Lagenorhynchus acutus* von 9,2 cm. Länge, *Phocaena communis* von 12,7 cm. Länge, *Hyperoodon rostratus* von 19 cm. Länge und von 66 cm. Länge, *Globiocephalus melas* von 20 cm. Länge, *Delphinus delphis* (2 Exemplare) von 20 cm. Länge, *Beluga leucas* von 25 cm. und von 30 cm. Länge.

Die dorso-volaren Schnittserien ergaben mir bei allen untersuchten Arten ausnahmslos jene von Lebouco beschriebenen Bildungen der dorsalen Epidermis der Fingerspitze. In allen Fällen fand sich die

---

1) Lebouco, Ueber Nagelrudimente an der fötalen Flosse der Cetaceen und Sirenier. Anat. Anz. 1889. p. 190 ff. und ferner Archiv de Biologie. 1889. p. 571 ff.

geradlinig verlaufende stark verdickte Epithelplatte vor, die Lebouco als Rest des primären Nagelgrundes auffasst. Mehr oder minder deutlich wird diese verdickte Epithelplatte proximalwärts wie distalwärts begrenzt, proximalwärts durch eine Einbuchtung, distalwärts, indem das Epithel sich plötzlich sehr stark abplattet. Auch das konnte ich bei allen daraufhin untersuchten Flossen bemerken und verweise auf die von Lebouco gegebenen Abbildungen, mit denen die meinigen vollkommen übereinstimmen.

Dennoch könnten immer noch Zweifel bestehen, ob die betreffenden sehr rudimentären Gebilde, auch wenn sie, wie nachgewiesen, allgemein verbreitet sind, wirklich Reste ehemaliger Nagelanlagen darstellen. Die kleinste von mir untersuchte Flosse, die eines *Lagenorhynchus acutus* von 9,2 cm. Länge, liefert nun eine wichtige Stütze für diese Annahme. Die Untersuchung unter der Loupe ergab für den zweiten Finger die hohe Zahl von 13 Phalangen. Nach Zerlegung der Fingerspitze in dorso-volare Schnitte sah ich folgendes Bild (s. Fig. 40): Ungefähr in der Mittellinie des zweiten Fingers zeigt die Epidermis der dorsalen Seite der Spitze ein ganz eigenthümliches Verhalten. Vorn an der Spitze ist sie, wie schon Lebouco beschreibt, ziemlich dünn, und diese dünne Schicht zieht sich auch ein kleines Stück dorsalwärts, bis zu einem sehr distincten Punkte, wo das Stratum corneum sich plötzlich verstärkt und, in einem deutlichen Winkel sich von der Umrisslinie der Fingerspitze absetzend, in gestrecktem Verlaufe ein Stück weiter proximalwärts verläuft. Nun kommen wir zu dem Hauptpunkte der Untersuchung. Etwa über der Spitze der letzten Phalanx hat die Epidermis der Dorsalseite eine kleine wulstartige Erhebung gebildet, die sich sehr distinct von der Unterlage abhebt. In der distalen Seite der wulstförmigen Erhebung endigt das geradlinig verlaufende verdickte Epidermisstück der dorsalen Seite der Fingerspitze. Betrachten wir die wulstförmige Erhebung näher, so sehen wir, dass alle Schichten der Epidermis an ihrem Aufbau Antheil nehmen. Continuirlich zieht sich das Stratum corneum über sie hinweg, darunter liegt in zwei zellenlagen das Stratum lucidum, deren Kerne nicht nur der Oberfläche der Erhebung parallel gelagert sind, sondern theilweise eine noch schrägere Stellung zur Längsaxe des Fingers annehmen. Aber auch das einschichtige Rete Malpighi nimmt Antheil an der Bildung, indem eine Anzahl von Zellen dieser Schicht sich in die Erhebung hineinbegeben. Nur die Cutis ist nicht mehr daran betheiligt, doch scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass auch sie auf einem früheren Stadium in die Anschwellung einbezogen worden ist; es finden sich nämlich unter den in der Erhebung liegenden Zellen des Rete Malpighi erst vereinzelte Zellen dieser Schicht, welche in der gleichen Ebene wie die der benachbarten Regione verlaufen und die Abgrenzung gegen die Cutis vollziehen. Auf alle Fälle haben wir aber hier ein Gebilde ganz eigener Art vor uns, wie es nirgends sonst an anderen Stellen der Flossenepidermis wiederkehrt. Diesen epithelialen Wulst fasse ich auf als einen rudimentären Nagelwall, die geradlinig verlaufende, etwas verdickte Strecke als primäres Nagelbett, und das vordere distincte Ende desselben als Nagelsaum. Das Hauptgewicht ist auf das Erscheinen des Nagelwalles zu legen, dadurch wird es erst möglich, die rudimentären Nagelanlagen als solche zu erkennen.

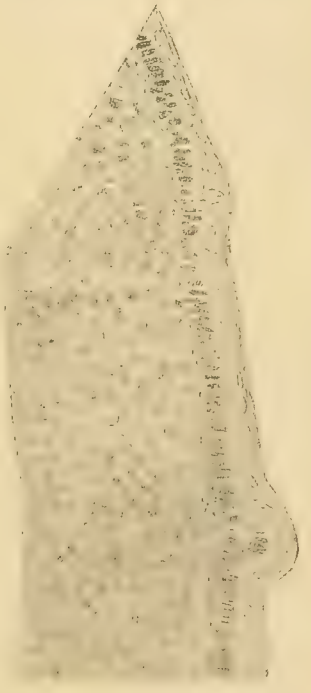


Fig. 40.
Dorsovolarer Schnitt durch die über der Spitze des zweiten Fingers liegende dorsale Haut der Brustflosse eines Embryos von *Lagenorhynchus acutus* von 9,2 cm. Länge.

1) Arch. de Biologie. 1889. Tafel XXXIX. Fig. 38—42.

Durch unsere Untersuchung ist also gezeigt worden, dass an der embryonalen Flosse von *Lagenorhynchus acutus* an der Spitze des zweiten Fingers über der 13. Phalanx eine verhältnismässig deutliche rudimentäre Nagelanlage existirt.

Gleichzeitig erhalten dadurch auch die von Lebouco und mir an den anderen embryonalen Flossen aufgefundenen Rudimente erhöhte Beweiskraft.

Wenn es sich auch hier um die allerletzten Rudimente längst verloren gegangener Organe handelt, so ist doch die bei *Lagenorhynchus* gemachte Beobachtung meiner Ansicht nach beweiskräftig genug, selbst wenn es nicht gelingen sollte, bei anderen Embryonen die Rudimente so deutlich ausgebildet wieder aufzufinden.

Ob derartige Nagelrudimente auch an der Spitze der embryonalen Bartenwalflossen vorkommen, vermochte ich auf Grund meines Materiales, welches dafür schon viel zu gross war, nicht zu entscheiden. In einem Falle sah ich auf dorso-volaren Schnitten durch die Flossenspitze einer *Balaenoptera rostrata* von 37,2 cm. eine ähnliche Bildung, doch will ich darauf nicht näher eingehen, bis weitere Untersuchungen in dieser Richtung angestellt sind.

Schon jetzt können wir aber sagen, dass, wenn bei den Zahnwalen die Fingerspitze der einzelnen Finger den Fingerspitzen der typischen Säugethierhand entsprechen, dies auch bei den Bartenwalen der Fall sein wird.

4. Ueber die Beziehungen der Brustflosse der Cetaceen zur typischen Vorderextremität der Säugethiere.

In Nachfolgendem gedenke ich den Versuch zu machen, den so abweichenden Bau der Vorderextremität der Wale auf den der typischen Säugethierextremität zurückzuführen, und durch Aufdeckung der causalen Beziehungen zwischen Function und Gestaltung, sowie auf Grund der entwickelungsgeschichtlichen und vergleichend-anatomischen Thatsachen eine Erklärung der Vielgliedrigkeit der Walfinger zu versuchen.

Wir gehen zunächst dazu über, uns die Art der Verknöcherung der einzelnen Handelemente der Walflosse zu vergegenwärtigen. Mit vollem Rechte hat bereits Lebouco sich dahin ausgesprochen, dass die Verknöcherung eine Art secundärer Segmentirung darstelle, welche auf unvollkommene Weise die primäre Segmentirung wiederhole, und dass diese für alle Säugethiere gültige Thatsache besonders bei den Cetaceen stark in die Augen springe.

Die Art der Verknöcherung ist von höchster Wichtigkeit für das Verständnis der Entwickelungsgeschichte der Skelettheile. Wir müssen uns nur vergegenwärtigen, dass die Form des knöchernen Skelettheiles eine rückwirkende Kraft auf die Form seiner knorpeligen Anlage hat. Tritt also an Stelle von zwei ursprünglich getrennten Knochenkernen ein einziger auf, so wird sich das auch späterhin in der Entwickelungsgeschichte des betreffenden Skelettheiles mehr und mehr bemerkbar machen, und so kann es kommen, dass sich schon in den frühesten Stadien der Entwickelung die Theile knorpelig genau so anlegen, wie sie beim erwachsenen Thiere verknöchert vorhanden sind. Man wird darum die Entwickelungsgeschichte in vielen Fällen vergeblich zu Rathe ziehen, wenn es sich darum handelt, die Composition eines knöchernen Skelettheiles aus zwei ursprünglich getrennten Elementen nachzuweisen. Ich erinnere nur an die Bildung des Hamatums, welche sich entwickelungsgeschichtlich nur in ein paar Fällen (bei *Emys lutaria* von Rosenberg, bei *Crocodilus biporcatus* und, als bis jetzt einzigen Fall unter den Säugethieren, bei *Beluga leucas*, von mir) als aus zwei ursprünglich getrennt angelegten Elementen entstehend hat nachweisen lassen.

Führt so die einheitliche Verknöcherung zweier Skeletelemente dazu, dass schon deren knorpelige Anlagen mit einander verschmelzen, und dass dieser Verschmelzungsprocess in immer frühere Stadien der Entwickelung verlegt wird, bis er endlich nicht mehr zu beobachten ist, so kann andererseits durch die Verknöcherung auch die Trennung ursprünglich einheitlicher Skelettheile bewirkt werden. Das lässt sich sehr schön an der Hand der Cetaceen verfolgen. Nachdem ich gefunden hatte, dass am fünften Finger des Weisswals eine secundäre Längsspaltung eintritt, welche zur Bildung von zwei neuen, aneinander liegenden Fingerstrahlen führen kann, vermochte ich diese Erscheinung auch an den Händen anderer Cetaceen nachzuweisen, und auch Lebouco bestätigte meine Angaben durch mehrere Befunde. Im Gegensatz zu letzterem Autor habe ich die Längsspaltung als eine im Erscheinen begriffene Neubildung angesehen und führe sie in letzter Linie auf den Modus der Verknöcherung zurück. Bei manchen Zahnwalen hat der fünfte Finger eine besonders breite Ausbildung erhalten, da er ganz besonders zur Stütze des ulnaren Flossensaumes herangezogen wird. Dieser Verbreiterung der Phalangen ist aber ihre Verknöcherung, die, wie ich früher schon genügend betont habe, eine sehr verlangsamte ist, nicht gefolgt und hat sich besonders an den proximalsten Phalangen des fünften Fingers auf eine Seite beschränkt. So sehen wir die Knochenkerne auf eine Seite gelagert (so z. B. bei dem Embryo von *Phocaena communis* Fig. 30), während auf der anderen Seite, die stets die ulnare ist, die Phalanx knorpelig bleibt. Tritt nun in dem ulnaren knorpeligen Theil der Phalanx ein eigener Knochenkern auf, so haben wir damit den ersten Anstoss zur Längsspaltung des Fingers vor uns. Das Verhalten der beiden Knochenkerne wird embryonal dadurch zum Ausdruck kommen, dass sich auch die entsprechenden Knorpelkerne getrennt anlegen, und wenn sie nicht mit einander verschmelzen, sondern eine Zone embryonalen Bindegewebes zwischen sich lassen, so ist die Längstheilung im Princip fertig. Einen solchen Zustand sehen wir in schönster Ausbildung an dem Handskelet des erwachsenen Weisswales vor uns (Band I, Tafel III, Fig. 11 und 12). Andere Funde von Lebouco und mir haben gezeigt, dass diese Erscheinung bei manchen Walen eine sehr häufige ist, so dass wir nicht nur eine einmalige, nichts beweisende, gelegentliche Missbildung vor uns haben. Microscopische Untersuchung der Flächenschnitte durch derartige längsgespaltene Finger von Embryonen zeigte mir, dass die Trennungsfurche, welche sich in den meisten Fällen von der bis zur Mitte des Knorpels reichenden Gelenkanlage distal- wie proximalwärts divergirend abzweigt, sich ganz ebenso ausbildet wie die Gelenkanlage selbst. Es kommt zu einer weiteren Differenzirung des Bindegewebes der Art, dass in den die Knorpelmassen begrenzenden Partien sich Fasern entwickeln und das Gewebe verdichten, während in der Mitte das Bindegewebe in seinem embryonalen Zustande verharrt. Genau so legen sich aber auch die Gelenke an, welche die Phalangen trennen, und erreichen in den meisten Fällen keinen höheren Zustand ihrer Entwickelung.

Wollen wir uns also das stammesgeschichtliche Entstehen der Längsspaltung vorstellen, so müssen wir annehmen, dass durch eine ganz bestimmte Erhöhung der functionellen Anforderungen der betreffende Finger (fast stets ist es der fünfte, in seltenen Fällen auch noch der vierte) sich verbreiterte, dass aber der Knochenkern einer jeden Phalanx nicht dementsprechend in seiner Vergrösserung nachfolgte, sondern klein blieb. Ich habe schon früher darzulegen versucht, in wie engem causalen Zusammenhang die Verlangsamung der Verknöcherung und die damit verbundene Kleinheit der Knochenkerne mit der Function steht, welche die Flosse als biegsames, elastisches Steuerorgan auszuüben hat. Wir müssen nun annehmen, dass in dem knorpeligen Theil der secundär verbreiterten Phalangen, welcher weit von dem auf der radialen Seite liegenden Centrum der Verknöcherung entfernt ist, ein eigener Knochenkern sich anlegte, wie wir es in der That bei der erwachsenen *Beluga* sehen. Dann lässt sich auch verstehen, dass dies Verhalten bereits embryonal zum Ausdruck kommt, indem sich an der Stelle, wo später die Knochenkerne

sich entwickeln, der Knorpel zur Anlage kommt, so dass also jetzt an Stelle der einheitlichen Knorpelanlage der betreffenden Phalanx zwei Knorpelcentren entstehen, welche unter Umständen nicht mit einander verschmelzen, sondern embryonales Bindegewebe zwischen sich lassen. Durch eine geringe Weiterdifferenzirung des letzteren bilden sich Abgrenzungen der Knorpel aus, welche durchaus den die einzelnen Phalangen der übrigen Finger trennenden entsprechen. Damit haben wir den Zustand der Längsspaltung des Fingers, wie er bei den Walen angedeutet, bei den *Ichthyosauren* in weitestem Umfange ausgebildet ist, erreicht.

Vorstehende Ausführungen halte ich natürlich nicht für einen vollkommenen Beweis für die Giltigkeit meiner Annahme, dass die Längsspaltung eine erst secundär auftretende Neubildung ist, einen strengen embryologischen Nachweis kann man meines Erachtens überhaupt nicht liefern, da die embryologischen Befunde nur das in der Anlage des knorpeligen Skelets zum Ausdruck bringen, was sich am knöchernen Skelet ihrer Vorfahren neu ausgebildet hat.

Anschliessend wünsche ich nunmehr eine Frage zu erörtern, die noch immer ihrer Lösung harrt, so viele Forscher sich damit auch beschäftigt haben. Es ist dies die Frage nach dem Ursprunge der Vielgliedrigkeit der Walfinger, der Hyper- oder Polyphalangie.

Ueber die Entstehung der Polyphalangie der Cetaceenhand sind in neuerer Zeit verschiedene Ansichten geäussert, die sich allmählich zu zwei diametral einander gegenüber stehenden Hypothesen ausgebildet haben; die eine Hypothese, deren Hauptvertreter M. Weber ist, stellt die Polyphalangie der Cetaceenhand dar als die Weiterentwickelung eines bei manchen Robben in der Anlage vorhandenen Zustandes, indem nämlich an das Ende eines jeden Fingers sich secundär ein Knorpelstab ansetzt, der — bei den Robben noch ungetheilt — sich bei den Walen in eine Anzahl Glieder getheilt hat. Nach dieser Ansicht entspricht also ein Finger der Cetaceenhand dem aus Metacarpale und drei Phalangen bestehenden Finger der typischen Säugethierhand plus einer Anzahl secundärer Phalangen, die sich durch Theilung eines ursprünglich soliden accessorischen Knorpelstabes entwickelt haben.

Das Ende des typischen Säugethierfingers wäre demnach nicht an dem Ende des Cetaceenfingers, sondern am Ende von dessen dritter Phalanx zu suchen. Diese Hypothese wurde aus mehreren Gründen bekämpft von Leboucq und von mir. Es würde zu weit führen, hier nochmals in aller Ausführlichkeit die Gründe anzugeben, welche von uns, als gegen die Hypothese sprechend, ins Feld geführt wurden, und ich verweise nur auf die betreffenden Arbeiten. In neuerer Zeit hat sich ein Schüler von mir, Herr Dr. L. Reh mit der Frage befasst und wird speciell an der Pinnipedierhand zeigen, dass der an die terminale Phalanx sich ansetzende angebliche Skelettheil eine accessorische Bildung ist, die nicht etwa bei den überwiegend im Wasser lebenden Seehunden sich vorfindet, sondern bei denen, welche eine grössere Zeit ihres Lebens auf dem Lande resp. Eise verbringen (Otariiden), und welche hier in erster Linie dazu dient, die Bewegung auf dem schlüpfrigen Boden zu erleichtern.

An Stelle der von ihm bekämpften Weber'schen Hypothese setzt Leboucq eine Ansicht, die mir in jeder Hinsicht unannehmbar erscheint. Er hält die Hyperphalangie für einen primitiven Character, der sich nicht durch Anpassung erklären lässt[1]). »Chez les Pinnipèdes (et probablement aussi les Sireniens), nous trouvons tous les indices d'une adaptation de date relativement récente; chez les Cétacés, au contraire, nous rencontrons des caractères ataviques qui nous éloignent des mammifères actuels.« An einer anderen Stelle spricht er sich über die muthmaasslichen Vorfahren der Cetaceen dahin aus, dass es niemals Landthiere, sondern im Sumpfe lebende Thiere gewesen seien, die ihre Flossen aus frühester Zeit beibehalten hätten.

1) l. c. p. 613.

Gegen diesen Gedanken Leboucq's habe ich mich mit voller Entschiedenheit gewendet und stimme in der Grundfrage vollkommen mit Weber überein, dass die Cetaceenflosse eine Neuerwerbung darstelle, hervorgegangen aus der typischen Vorderextremität landbewohnender Säugethiere. Nur in Bezug auf den Weg, welcher zur Bildung der Walflosse eingeschlagen worden ist, weiche ich von Weber ab.

Leboucq, welcher auf embryologischem Wege die Frage zu lösen suchte, konnte auf Grund der auch von mir vielfach bestätigten Thatsache, dass die Embryonen mehr Phalangen besitzen als die erwachsenen Thiere, und besonders da sein embryologisches Material ausschliesslich aus schon weit vorgeschrittenen Stadien bestand, zu keinem anderen Schlusse kommen, als dass die nächsten Vorfahren der Cetaceen, die aber schon Cetaceen waren, die Hyperphalangie im verstärkten Maasse besessen haben. Die Frage nach der Entstehung der Hyperphalangie war an der Hand so vorgeschrittener Embryonen überhaupt nicht lösbar. Zwei Wege sind es, welche die Möglichkeit eröffnen, das interessante Problem zu lösen, der eine ist der der vergleichenden Morphologie, der andere der, welchen die Entwickelungsgeschichte in demjenigen embryonalen Stadium darbietet, in welchem sich die Umwandlung des Embryos aus dem indifferenten Säugethierstadium heraus in das Cetaceenstadium vollzieht. Der entwickelungsgeschichtliche Weg hatte uns mit voller Sicherheit gezeigt, dass die Entwickelung des vielgliedrigen Cetaceenfingers genau so verläuft wie die eines typischen viergliedrigen Säugethierfingers. In durchaus gleichmässig abnehmender Grösse legen sich die einzelnen Phalangen in proximo-distaler Richtung an. Die Entwickelungsgeschichte bietet also nicht den geringsten Halt für die Annahme, dass die über das vierte Glied hinausgehenden Phalangen secundäre Gebilde seien, welche dadurch entstanden sein sollen, indem ein an das Endglied des ursprünglichen typischen Säugethierfingers sich ansetzende Knorpelstab sich secundär in einzelne Glieder getheilt hat. Auf der anderen Seite lässt sich aber aus der Entwickelungsgeschichte des Cetaceenfingers nichts folgern, was für die Frage nach der Entstehung der Polyphalangie entscheidend wäre. Wir müssen uns stets vergegenwärtigen, dass die Grösse und Lage der einzelnen embryonalen Knorpeltheile in hervorragendem Maasse abhängig ist von der Bildung der knöchernen Skelettheile der Vorfahren. Dies ist ja auch der Grund, weshalb die Entwickelungsgeschichte der Skelettheile so wenig für deren Stammesgeschichte zu leisten vermag. Wollen wir also der Frage nach dem Ursprunge der Polyphalangie näher treten, so müssen wir uns mit der Untersuchung der Bildung des knöchernen Skelettheiles beschäftigen und den vergleichend-anatomischen Weg betreten. Letzteres habe ich bereits in einer früheren Arbeit gethan [1]) und will hier nur ein paar neue Argumente für die von mir vertretene Anschauung liefern.

Betrachten wir die Art der Verknöcherung in einem Cetaceenfinger, so sehen wir, wie die ersten Knochenkerne enchondral in den proximalsten Gliedern auftreten und wie, allmählich distalwärts fortschreitend, in jeder weiteren Phalanx neue Kerne entstehen. Bei den einzelnen Arten ist das Wachsthum der Verknöcherungen verschieden, in allen Fällen aber gegenüber den bei anderen Säugethieren ein verlangsamtes zu nennen. So bleiben bei fast allen Arten die letzten Phalangen knorpelig und die nächsten voraufgehenden haben nur sehr kleine rundliche Knochenkerne, wenn die Thiere schon vollkommen erwachsen sind. Die Knochenkerne der mehr proximalen Phalangen erreichen ebenfalls eine verschiedene Entwickelung. Bei manchen werden sie allmählich ziemlich gross und bilden fast die ganze Phalanx, bei anderen bleiben sie kleiner und nehmen nur die Mitte der Phalanx ein. In allen Fällen aber lassen sie an beiden Enden je eine Knorpelzone übrig, die beiden Epiphysen. Die doppelten Epiphysen bleiben knorpelig in den Fällen, in welchen das Wachsthum des mittleren Knochenkernes allmählich zur Ausfüllung des grössten Theiles der Phalanx führt. Es giebt aber Fälle, in denen die mittleren Knochenkerne klein bleiben und später die doppelten Epiphysen enchondral verknöchern. Sehr ausgesprochen ist

1) Ueber die Anpassung von Säugethieren an das Leben im Wasser. Zool. Jahrbücher 1890.

dies zu beobachten an Handskeleten älterer Exemplare von *Tursiops tursio, Delphinus delphis* und *Lagenorhynchus acutus*. An einem im Londoner Museum aufbewahrten Skelet letzterer Art waren im zweiten und dritten Finger die Epiphysenverknöcherungen sehr stark ausgebildet, so dass jede Phalanx drei Knochenkerne enthielt, von denen der mittlere der grösste ist. Der Grössenunterschied von Diaphyse und Epiphysenkernen ist am grössten in dem proximalsten Glied, dem Metacarpale, er gleicht sich in den folgenden aber mehr aus, indem hier die Diaphyse an Längsausdehnung beträchtlich abnimmt. Die Epiphysenverknöcherung hört gänzlich auf in den letzten Phalangen, welche nur kleine rundliche Knochenkerne in der Mitte besitzen. Beifolgende Skizze wird das Verhältnis von Epiphysen und Diaphyse klar legen (Fig. 41). Keine der knöchernen Epiphysen ist mit der Diaphyse verschmolzen, ein jeder Knochenkern ist vielmehr distal- wie proximalwärts mit einer Schicht von Knorpel umgeben.

Fig. 41.
Zweiter und dritter Finger des Handskelets eines erwachsenen *Delphinus delphis*.

Für die Function, welche die Flosse auszuüben hat, ist diese Bildung von höchster Bedeutung. Bekanntlich hat die Brustflosse der Wale die Bedeutung als eigentliches Locomotionsorgan völlig verloren, indem letzteres ausschliesslich durch die Schwanzflosse repräsentirt wird und die Brustflossen nur als Steuer functioniren. Sie liegen, wenn der Wal geradeaus schwimmt, den Seitenwänden des Körpers dicht an, um so möglichst wenig Widerstand zu bieten. Soll eine Schwenkung ausgeführt werden, so wird die Flosse der Seite, nach welcher die Bewegung erfolgen soll, abducirt. Dies geschieht durch den colossal entwickelten M. deltoides und M. infraspinatus. Dadurch wird eine Drehung des gesammten Thieres in gleichem Sinne bewirkt. Dem in der Flosse enthaltenen Handskelet fällt nun in erster Linie die Function zu, die Flosse, ihrem Zwecke als Steuer entsprechend, zu steifen. Die erste Bedingung für eine solche Steifung ist die Reduction der Gelenke.

Fände letzterer Process aber ausschliesslich allein statt, so würde daraus ein unbeweglicher Fingerstrahl resultiren. Nun ergiebt sich aber als ein Optimum der Function der Brustflosse als Steuer eine wenn auch ganz geringe active Beweglichkeit im Sinne der dem supponirten Wasserstrom entgegengesetzten Richtung. Es kann dadurch dem letzteren ein sehr viel grösserer Widerstand entgegengesetzt werden, als wenn die Flosse nur ein starres Gebilde wäre, welches durch die Oberarmmuskeln in eine schräge Stellung zur Körperaxe versetzt werden kann. Diesen Ansprüchen, der Flosse neben der Steifheit eine geringe Beweglichkeit zu verleihen, wird am besten ein Handskelet gerecht, dessen Fingerstrahlen aus vielen, möglichst gleichartigen Theilen bestehen. Ein solches Fingerskelet haben wir nun in der That in der Hand der Wale vor uns.

Stellen wir uns nun eine Flosse vor, in der jeder Finger nur drei resp. vier Glieder hätte, so würde die Beugungsfähigkeit eine sehr viel geringere sein, als wenn der Finger eine viel grössere Anzahl von Gliedern besässe. Je mehr Glieder ein Fingerstrahl besitzt, desto beugungsfähiger ist er. Aber auch die elastische Knorpelmasse, welche sich an den Enden eines jeden Fingergliedes als Epiphyse vorfindet, trägt dazu bei. Wir sehen daher die Knorpelmassen an beiden Enden jeden Fingergliedes an Grösse zunehmen, was dadurch zu Stande kommt, dass die knöcherne Diaphyse kleiner bleibt. Der von mir schon früher betonte Process der Verlangsamung der Verknöcherung ist also für die Functionsanforderungen von hohem Werthe. Treten nun in den Epiphysen wiederum enchondrale Knochenkerne auf, so wird dadurch ein Process eingeleitet, welcher durch Spaltung des zwischen dem Diaphysenkerne und den Epiphysenkernen befindlichen Knorpelgewebes zu einer Theilung der Cetaceenphalanx in drei gleichartige Theile führt. Den Beginn des Processes sehen wir in den in Fig. 41 gezeichneten Fingern.

Es kommt nun darauf an, nachzuweisen, dass in der That eine solche Trennung der Epiphyse von der Diaphyse stattfinden kann. Einen solchen Fall habe ich in einer früheren Arbeit herangezogen. Es handelt sich um die Vorderextremitäten von *Sirenen*. Bei einer *Halicore* kommt am dritten und vierten Finger gelegentlich ein isolirter Knochenkern distalwärts von der dritten Phalanx vor und ebenso bei einem *Manatus* an dem dritten und vierten Finger. Diese Knochenkerne stellen naturgemäss nichts anderes dar als die distale Epiphyse des letzten Fingers, welche enchondral verknöchert ist. In einem Falle nun (am dritten Finger der *Halicore*) ist es zur Ausbildung einer Gelenkspalte zwischen dieser Epiphyse und der Diaphyse der Endphalanx gekommen. Die von uns bei den Cetaceen vorausgesetzte Theilung der Phalangen lässt sich also in der That bei den *Sirenen*, deren Brustflosse zu denselben Functionen, wenn auch in viel schwächerem Maasse, herangezogen wird, beobachten. Derselbe Process aber, der vereinzelt bei Sirenen vorkommt, kann sich auch bei den Walen vollziehen. Ich glaube daher, dass es möglicherweise auch an denjenigen Cetaceenflossen, welche eigene enchondral verknöcherte doppelte Epiphysen besitzen, zu einer Trennung dieser von der Diaphyse kommen kann. Wir müssen uns nur immer vorstellen, dass nicht vollkommen ausgebildete Gelenke zwischen den einzelnen Theilen einer solchen Phalanx gefordert werden, sondern dass nur die Continuität des Knorpels aufhört und der Zwischenraum mit Bindegewebe ausgefüllt wird.

Wir kommen nunmehr der Frage nach dem Ursprunge der Polyphalangie immer näher.

Unsere Erörterungen hatten uns bis jetzt gezeigt, welcher causale Zusammenhang zwischen der Function der Vorderextremität als Steuer und der Ausbildung eines aus vielen kleinen Theilen bestehenden Fingerskelets besteht. Ferner hatten wir gesehen, dass dieser Process der Ausbildung kleiner Theile noch nicht zum Stillstand gekommen ist, sondern sich bei einzelnen Walen in der starken Ausbildung und der enchondralen Verknöcherung doppelter Epiphysen weiter fortsetzt. Können wir nun nicht auch annehmen, dass derselbe Process, den wir bei den Sirenen in seinem ersten Auftreten beobachten, den wir bei manchen Walen wiederum an den secundären Phalangen sehen, auch die Bildung eben jener secundären Walphalangen verursacht habe? Diese Erwägung ist so naheliegend, dass wir näher auf sie einzugehen haben.

Von der gut begründeten Voraussetzung ausgehend, dass die Cetaceen von irgend welchen landlebenden Säugethieren ihre Entstehung genommen haben, müssen wir den letzteren ein Handskelet zuschreiben, wie es für die Säugethiere typisch ist, mit 2 Phalangen am Daumen, 3 an den übrigen Fingern.

Bei allen Säugethieren, welche den Aufenthalt im Wasser gewählt haben, sehen wir nun, wie die vorderen wie hinteren Gliedmaassen zunächst in den Dienst der Ruderfunction gestellt werden. Ihre proximalen Theile, Oberarm und Unterarm, verkürzen sich und beginnen sich mehr in den Leib hinein zu ziehen, während die Finger sich mehr oder minder verlängern und mit einer Schwimmhaut umhüllt werden. Bei den im Wasser lebenden Säugethieren, welche ihren Aufenthalt immer ausschliesslicher auf das Wasser beschränkten, bildete sich ein neues Locomotionsorgan aus, welches das alte, die Brustflossen, gänzlich ersetzte; es ist dies die Schwanzflosse. Ihr verhältnismässig spätes Erscheinen innerhalb der Embryonalentwickelung zeigt an, dass sie auch stammesgeschichtlich sich spät anlegte. Das ungleich wirksamere Locomotionsorgan, welches in der Schwanzflosse vorliegt, machte zunächst die Hinterextremitäten vollkommen überflüssig. Die Geschwindigkeit, welche durch die Bewegungen des Schwanzes erzeugt wird, ist eine viel zu grosse, als dass sie von den Hinterextremitäten erreicht werden könnte. Je mehr sich daher die Schwanzflosse ausbildete, desto hinderlicher wurden die Hinterextremitäten, und da sie bei den stationären Wasserthieren keine andere Function zu versehen hatten, wurden sie rudimentär und verschwanden äusserlich vollkommen. Sie fehlen daher bei den Sirenen, den Zahn- und Bartenwalen. Ganz

anders verhalten sich die Vorderextremitäten. Ihre Bedeutung als Organ für die Fortbewegung des Thieres mussten sie allerdings aufgeben, sie blieben aber erhalten, da sie durch Functionswechsel eine neue Aufgabe, die des Steuerns zu erfüllen hatten. Zur Erfüllung dieser Function ist ihre Lage eine sehr günstige. Es lässt sich nämlich, wenn man den Schwerpunkt eines jeden Walthierkörpers bei Zahn- wie Bartenwalen bestimmt (unter Berücksichtigung der mächtigen, sich weit nach hinten erstreckenden, luft-erfüllten Lungen), nachweisen, dass die Axe, um welche der einarmige Hebel, den die Brustflosse darstellt, sich dreht, mit diesem Schwerpunkt in einer Linie liegt. Die Brustflossen nehmen also nach einfachen Principien der Mechanik die für ihre Function als Steuer günstigste Lage ein. Mit dieser Functionsänderung ging auch die Umänderung des Fingerskelets Hand in Hand. Ich habe bereits oben auseinandergesetzt, dass zur Vervollkomnung der Brustflosse als Steuer eine gewisse Starrheit der Fingerstrahlen, zugleich aber auch die Möglichkeit, die Flosse dem Wasserstrom entgegengesetzt zu biegen, nöthig war, eine Forderung, welche das vordem nur zur Ruderfunction gebrauchte, aus 2 oder 3 noch dazu verlängerten Phalangen bestehende Fingerskelet, welches von dem typischen der Säugethiere nur wenig abwich, nicht genügen konnte.

Stammesgeschichtlich stelle ich mir die Umwandlung so vor, dass das Fingerskelet, um etwas biegsamer zu werden, nicht mehr vollkommen verknöcherte, sondern doppelte knorpelige Epiphysen bildete. Wahrscheinlich hat dieser Process der doppelten Epiphysenbildung schon bereits begonnen in dem früheren Zustand, als die Vorderextremität noch als Ruder functionirte, es spricht dafür die Thatsache, dass wir doppelte Epiphysen bereits an den Hand- und Fussskeleten einer grossen Anzahl Säugethiere antreffen, welche ihre Extremitäten noch als Locomotionsorgane im Wasser benutzen (*Ornithorhynchus*, *Pinnipedier*, *Sirenen*). (Siehe darüber meine Arbeit: »Ueber die Anpassung von Säugethieren an das Leben im Wasser«. Zool. Jahrb. 1890. Bd. V. p. 386 u. f.)

Jedenfalls war die weitere Ausbildung von doppelten Epiphysen, die nur durch eine verringerte Verknöcherung der Diaphyse zu erreichen war, von höchstem Werthe für die stammesgeschichtliche Entwickelung des Handskelets der Wale. Gleichzeitig bildeten sich die zwischen den ursprünglichen Phalangen gelegenen Gelenke zurück, um eine grössere Starrheit des gesammten Fingerstrahles gegenüber dem mächtigen Drucke des entgegenkommenden Wasserstromes zu erzielen.

Ein weiterer Schritt in der Umbildung zur Cetaceenflosse war die Ausbildung von Knochenkernen in den Epiphysen, die an Grösse den Diaphysenkernen mehr und mehr gleichkamen. Nunmehr haben wir einen Vorgang anzunehmen, der stammesgeschichtlich schwerer zu verstehen ist, der aber gleichwohl, wie wir es am dritten Finger von *Halicore* gesehen haben, unzweifelhaft stattfinden kann, nämlich die Ausbildung von Spalten, zwischen den Epiphysen und der Diaphyse. Die mechanische Ursache dazu ist gegeben in dem die einzelnen Theile des Fingerstrahles dorsalwärts umbiegenden Zuge, welcher von den dorsalen Muskeln und Sehnen ausgeht. Letztere sind niemals geschwunden, sondern gehen bei allen Cetaceen bis zur Spitze der letzten Phalange. Zu eigentlichen Gelenken hatten sich ja die neu entstehenden Spalten nicht umzubilden, wir sehen vielmehr in ihnen nur Bindegewebe, welches die benachbarten Knorpelmassen trennt. Damit aber wäre die Umbildung des typischen Säugethierhandskeletes in das Handskelet der Wale vollendet.

Wenn wir annehmen, dass dieser Process ganz typisch verlaufen ist, und an Stelle der Metacarpalia und Phalangen je drei kleinere Skelettheile entstehen, so darf die Zahl der letzteren 12 nicht übersteigen. Dies stimmt mit den Thatsachen, bis auf eine einzige gleich zu besprechende Ausnahme, überein.

Wie erklärt sich nun die unzweifelhaft festgestellte Thatsache, dass bei den Embryonen aller daraufhin untersuchten Species mehr Phalangen vorhanden sind als beim Erwachsenen? Wie die Untersuchungen von Lebouco und mir ergeben haben, verschwinden die letzten knorpeligen Phalangen an der Spitze des

Fingers, indem sie mit einander verschmelzen und rudimentär werden. Der Grund dafür ist leicht zu finden, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das Handskelet der Flosse, als sie noch als Ruder functionirte, mehr oder weniger verlängert war, dass aber mit dem eintretenden Functionswechsel als Steuer die übermässige Länge des Handskeletes ungünstig wirkte. Die Kraft der dorsalen Sehnen reichte nicht aus, um die letzten Enden der Fingerspitzen dem ungeheuren Anprall des Wassers gegenüber gestreckt zu halten, geschweige denn nach vorwärts zu biegen, und so wurden sie rudimentär. Entwickelungsgeschichtlich legen sich aber diese später rudimentär werdenden Phalangen noch an. So kommt es, dass die Embryonen an einzelnen Fingern mehr Phalangen besitzen als die Erwachsenen.

Nun zu der Ausnahme! Sie betrifft den zweiten Finger von *Globiocephalus melas*, an dem die meisten Autoren 13 und 14 Phalangen gezählt haben, ich selbst beim Embryo 17 deutliche Phalangen auffand [1]). Auch hierfür ist die Erklärung zu finden. Wie ich bereits in der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung der *Globiocephalus*hand gezeigt habe, ist die Ausbildung so vieler Phalangen ein secundärer Process, der erst eintritt, wenn das Handskelet in seiner Bildung schon weit vorangeschritten ist. Während in dem ersten beschriebenen Stadium (Fig. 36) alle anderen Finger ihre volle Phalangenzahl erreicht haben, beträgt die Zahl der Phalangen des zweiten Fingers nur 11 resp. 12. Erst von diesem Stadium an bildet sich an diesem Finger eine grössere Anzahl Phalangen aus, die ihr Maximum 17 erst bei ziemlicher Grösse des Embryos erreichen. Die hohe Zahl seiner Phalangen verdankt also der zweite Finger, wie die Entwickelungsgeschichte zeigt, einem secundären Wachsthumsprocesse. Als Beginn eines solchen secundären Processes haben wir aber bereits die Bildung neuer grosser Epiphysenkerne an den Phalangen der Delphinhand bezeichnet (s. Fig. 41); wir haben beim *Globiocephalus* nur denselben Process anzunehmen, der etwas weiter fortgeschritten ist und bereits zur Bildung neuer Fingerglieder geführt hat.

Wie innerhalb anderer Wirbelthiergruppen (bei den *Plesiosauren* und *Ichthyosauren*) derselbe Spaltungsprocess noch weiter gegangen ist und die Bildung jenes mosaikartig zusammengesetzten Handskelets bewirkt hat, habe ich bereits in einer früheren Arbeit darzulegen versucht.

Würde man die Entwickelungsgeschichte allein zur Lösung der Frage heranziehen, so würde sich der Schluss ergeben, dass ausser den vier typischen Fingerelementen sich immer neue anlegen, indem sie sich, in distaler Richtung aufeinander folgend, in dem sich immer weiter vorschiebenden embryonalen Bindegewebe entwickeln, so dass die letzte Phalanx die jüngste ist. Phylogenetisch hätte man sich dann den Process so vorzustellen, dass zuerst in der Epiphyse der letzten Phalanx des nach dem allgemeinen Typus gebauten Handskelets ein eigener Knochenkern sich anlegte, der durch Bildung eines einfachen Gelenkes von der letzten Phalanx sich abtrennte und eine neue distale Phalanx bildete, ähnlich wie wir es vereinzelt bei *Halicore* sehen, und dass dann dieser Process weiter gegangen ist, indem sich auf dieselbe Weise immer neue Endphalangen entwickelten.

Diese Hypothese hat auf den ersten Blick vieles für sich. Es stimmen die Thatsachen der Entwickelungsgeschichte vollkommen mit ihr überein, und auch die vergleichende Anatomie erweist sich ihr günstig, indem in der That bei *Halicore* eine derartige neue Phalanx an der Fingerspitze im Entstehen begriffen ist. In keiner Weise ist aber diese vorgeführte Hypothese mit der von Weber aufgestellten gleich. Nirgends zeigt sich entwickelungsgeschichtlich ein Knorpelstab am Fingerende, wie er bei Pinnipediern vorkommen soll, der secundär in eine Anzahl Phalangen zerfallen soll.

Trotz ihrer scheinbaren Einfachheit und des dafür ins Feld zu führenden Beweismateriales halte ich aber doch meine zuerst geäusserte Hypothese nicht für richtig und bleibe bei meiner früher aufgestellten Ansicht stehen, dass die Polyphalangie sich durch Selbständigwerden der doppelten Epiphysen entwickelt

---

1) siehe Bd. I. p. 34.

hat. Ohne auf die vielen einzelnen, bereits dafür vorgebrachten Gründe nochmals näher einzugehen, will ich hier nur hervorheben, dass, wenn man die von LEBOUCQ beschriebenen und von mir noch viel deutlicher aufgefundenen Bildungen als Nagelrudimente anerkennt, die zuerst geäusserte Hypothese unter allen Umständen nicht richtig sein kann, denn dann entspricht die Spitze der Walflosse und damit die Spitze von deren Fingern auch der Spitze der Finger der typischen Vorderextremität.

Auch der Gegensatz der entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen zu dieser Annahme ist nur scheinbar. Dass die in distaler Richtung fortschreitenden Anlagen distincter Knorpelkerne im embryonalen Bindegewebe nach der Spitze zu gleichmässig abnehmende Grössenverhältnisse zeigen und nicht etwa, wie man nach der Hypothese erwarten sollte, derart abwechseln, dass eine grössere Anlage (die primäre Diaphyse) zwischen je 2 kleinere (die beiden primären Epiphysen) zu liegen kommt, erklärt sich daraus, dass es zu einer gesonderten Anlage der Epiphysen erst kommen konnte, als diese beim Erwachsenen sich von der Diaphyse durch einfache Spalten getrennt hatten. Eine solche Trennung ist aber nicht eher eingetreten, als bis die Knochenkerne der Epiphyse die Grösse des Diaphysenknochens erreicht hatten. Erst von diesem Zustande aus war eine Vererbung der dreitheiligen Anlagen der ursprünglichen Phalangen möglich. Das ist der Grund, weshalb die Entwickelung des Fingerskelets nicht mehr zu leisten vermag, als die Theilstücke, gleichmässig an Grösse abnehmend, knorpelig anzulegen.

5. Die Kehlfurchen und ihre Function.

Eine sehr characteristische Erscheinung, welche einem Theile der Bartenwale die besondere Bezeichnung »*Furchenwale*« verschafft hat, sind die mehr oder minder tiefen Längsfurchen, welche sich an der ventralen Seite der vorderen Körperhälfte in longitudinaler Anordnung hinziehen. Sie sind daher auch Gegenstand der Aufmerksamkeit aller Forscher gewesen, welche jener Gruppe angehörige Individuen zu untersuchen Gelegenheit hatten, trotzdem ist aber eine einheitliche Bearbeitung und besonders eine Untersuchung ihrer Function bis jetzt noch nicht gegeben worden.

In fast jeder der zahlreichen Beschreibungen gestrandeter Individuen finden sich einige Angaben über Zahl und Grösse der Furchen, die, als Bauchfurchen bezeichnet, eher den Namen Kehlfurchen verdienen. Es lässt sich daraus entnehmen, dass sie sich bei allen Angehörigen der Gattungen *Balaenoptera* sowie bei *Megaptera* vorfinden, und dass ihre Ausdehnung und Zahl wohl bei den einzelnen Arten verschieden ist, innerhalb derselben Art aber in ziemlich engen Grenzen schwankt. So giebt ESCHRICHT [1]) für *Megaptera boops* an, dass die Zahl der Furchen zwischen 21 und 24 betrage, eine Angabe, die STRUTHERS [2]) an seinem erwachsenen Exemplare durch Auffindung von 24 Furchen bestätigt. *Balaenoptera rostrata* besitzt nach ESCHRICHT gegen 60 Furchen, CARTE und MACALISTER [3]) zählen 54. Etwas grösser ist nach TURNER [4]) die Anzahl der Furchen bei *Balaenoptera Sibbaldii*, hier beträgt sie 60, und ungefähr die gleiche Zahl fand ich an Erwachsenen wie Embryonen von *Balaenoptera musculus*, dessen Furchen zuletzt von Y. DELAGE [5]) beschrieben worden sind.

Bei letzterer Art fand ich an dem erwachsenen Thiere von 60 $^1/_2$ Fuss Länge die Furchen auf der ventralen Seite circa 10 cm. von einander entfernt, mehr nach den Seiten zu verminderte sich die Distanz

1) l. c. p. 76.

2) STRUTHERS, On the anatomy of *Megaptera longimana*. p. 30 u. 11.

3) CARTE u. MACALISTER, On the anatomy of *Balaenoptera rostrata*. p. 203. Philos. Transact. Roy. Soc 1868.

4) TURNER, Account on the Great Finner Whale stranded at Longniddry. p. 200. Transact. Royal Soc. Edinburgh 1872. Vol. 26.

5) Y. DELAGE, Histoire du *Balaenoptera musculus*. Arch. de Zool. expérimentale 1885.

auf etwa 7 cm. Die Tiefe betrug 2—3 cm. Der Uebergang der äusseren Haut in die Furchen war ein ziemlich schroffer, fast rechtwinklig gebogener, so dass sie an der Oberfläche fast gar nicht klafften. Doch lässt sich das nur an ganz frischen Exemplaren beobachten; sobald erst die im Inneren sich entwickelnden Fäulnisgase der Körper aufzutreiben beginnen, werden die Furchen viel seichter, und ihre Seitenwände weichen mehr auseinander. Am Grunde waren die Furchen stark pigmentirt, während der grösste Theil der Hautoberfläche fast rein weiss war. Ganz Aehnliches wird von *Megaptera boops* berichtet (STRUTHERS).

Ueber die Lage der Furchen orientirten mich grössere, gut conservirte Embryonen obiger Species. Vorn im Winkel, welchen beide Unterkieferäste bilden, beginnend, ziehen sich die Furchen parallel laufend, nur wenig divergirend nach hinten. Weiter hinten finden sich ein Paar auch auf den Seitenwänden des Unterkiefers, sowie hinter dem Mundwinkel. Dicht unter dem Brustflossenansatz wegziehend, hören die am meisten seitlich liegenden allmählich auf, während die ventralen noch weiter nach hinten ziehen, und die mittelsten von ihnen bis zum Nabel herantreten und ihn noch theilweise umgeben. Die Länge der einzelnen Furchen ist verschieden, sie werden häufig durch neu auftretende ersetzt. Die Abbildungen auf Tafel XVIII und XIX geben ein Bild von dieser Lagerung.

Wie verhalten sich nun die Kehlfurchen entwickelungsgeschichtlich? Bereits ESCHRICHT giebt an, dass sie kleineren Embryonen fehlen. Meine eigenen Untersuchungen können die Angabe bestätigen; bei *Balaenoptera rostrata* fehlen sie in beiden von mir untersuchten Stadien, und bei *Balaenoptera musculus* treten sie erst deutlich sichtbar auf bei Embryonen von über 60 cm. Länge. Ihre relativ späte Entwickelung zeigt uns an, dass wir eine phylogenetisch erst spät erworbene Eigenschaft in ihnen zu erblicken haben.

Ueber die Function, welche die Kehlfurchen zu leisten haben, ist so gut wie nichts bekannt. Um sie verstehen zu lernen, müssen wir uns zunächst vergegenwärtigen, auf welche Weise der Bartenwal seine Nahrung zu sich nimmt.

Allen Bartenwalen gemeinsam ist die Eigenschaft, die zur Nahrung dienenden Seethiere nicht einzeln zu erfassen, sondern massenhaft zu sich zu nehmen. Sie bewerkstelligen es, indem sie ihr Maul öffnen und sich eine Zeitlang in dem Schwarm der zu erbeutenden Thiere herumbewegen. Je grösser nun letztere sind, desto schneller wird sich der Wal versorgen können, und diejenigen Bartenwale, welche sich von Fischen nähren, wie die Mehrzahl der Finwale, haben dementsprechend eine kleinere Mundhöhle als diejenigen Bartenwale, welche viel kleinere Nahrung, das Plancton, aufnehmen, wie die Glattwale (*Balaeniden*).

Einrichtungen, um die Mundhöhle zu vergrössern, sind nun die Kehlfurchen der Finwale. Gleichzeitig mit dem Aufsperren des Maules, wird, wie ich später zeigen werde, von der enorm entwickelten Zunge ein Druck auf die Unterseite ausgeübt, und diesem Druck kann die Haut dadurch nachgeben, dass sie durch die longitudinalen Hautfalten in hohem Grade ausdehnungsfähig gemacht wird. Während des Einfangens der Beute wird dadurch die Maulspalte vergrössert, und es kann eine grössere Menge Nahrung aufgenommen werden. Schliesst der Finwal sein Maul, so lässt gleichzeitig auch der Druck der Zunge auf die Unterseite nach, und die Furchen der elastischen Haut nehmen aufs Neue wieder ihre frühere Lage ein. Jetzt erst treten die zu beiden Seiten des Gaumens liegenden Massen der Barten in Thätigkeit. Bei geschlossenem Maule erfüllen die quergestreiften, unten und innen aufgefaserten Hornplatten den Raum zwischen Zunge und Unterkieferästen vollständig, die aufgenommene Nahrung kann demnach nicht durch die wie ein Filter wirkenden seitlichen Bartenreihen entweichen und wird nach hinten in den Schlund hinabgedrückt, während das mit der Nahrung aufgenommene Wasser ungehindert durch die Barten hindurch abfliesst und zwischen die Lippen nach aussen tritt.

Wir haben also gesehen, dass der hohe Nutzen, welchen die Kehlfurchen zu gewähren vermögen, einmal darin beruht, dass die zwischen den Unterkieferästen ausgespannte Haut sich stark auszudehnen

und den Mundraum zu vergrössern vermag, andererseits, dass beim Schliessen des Maules die sehr elastische Haut in ihre frühere Lage zurückkehrt und durch Andrücken der Zunge zwischen den Barten den Mundraum möglichst verkleinert.

Einen Beweis dafür, dass die Furchen in erster Linie die Ausdehnung des Kehlsackes ermöglichen, erblicke ich in der Beschaffenheit der Epidermis. An einem erwachsenen Finwale habe ich nämlich bemerkt, dass da, wo die Epidermis in die Tiefe der Längsfurche herabsteigt, ihre Dicke ganz ausserordentlich abnimmt. Zwischen je zwei Furchen ist sie etwa 2 Millimeter dick, innerhalb einer jeden mehrere Centimeter tiefen Furche aber nur noch papierdünn. Es liegt auf der Hand, dass dadurch die Ausdehnungsfähigkeit des Kehlsackes ungemein gesteigert wird.

Dass die Furchen sich nicht nur auf den Kehlsack beschränken, sondern sich auch weiter nach hinten, die medianen bis zur Nabelregion fortsetzen, ist erklärlich, wenn wir den Mechanismus der Kehlsackerweiterung bedenken. Bei der Dicke der Haut konnte diese Erweiterung sich unmöglich auf einen scharf abgegrenzten Bezirk beschränken, sondern musste weiter greifen und auch die umliegenden Partien in Mitleidenschaft ziehen, und daher kommt es, dass die Furchen sich ein gutes Stück weiter nach hinten zu fortsetzen.

Eine directe Beobachtung, dass der Kehlsack sich durch Ausdehnung der Haut und Verringerung der Furchentiefe erweitert, fehlt bis jetzt aus leicht begreiflichen Gründen; dass aber dieser Theil der Körperbedeckung sehr erweiterungsfähig ist, zeigt die Beobachtung todter Finwale, welche in Fäulnis übergehen. Durch die starke Gasentwickelung erweitert sich der Körper gerade an dieser Stelle ganz ungemein, und die Furchen entfernen sich viel weiter von einander als vordem. Turner [1]) hat in seiner Beschreibung eines gestrandeten Blauwales auf diese Erscheinung besonders aufmerksam gemacht.

Wie kommt es nun, müssen wir uns fragen, dass bei den Glattwalen (*Balaeniden*) derartige Furchen sich nicht vorfinden? Auch bei diesen ist die Maulbildung aufs vollkommenste der Nahrungsaufnahme angepasst. Die Nahrung besteht ausschliesslich aus jenen kleinen, das Meer in ungeheuren Schaaren bevölkernden Organismen, unter denen besonders *Clio borealis*, *Limacina arctica* und kleine rothe *Copepoden*, *Calaniden*, eine Rolle spielen. In noch erhöhterem Maasse als bei den Finwalen muss also bei den Glattwalen der Mundraum an Grösse zunehmen, und das geschieht in der That durch die starke Emporwölbung des Gaumens und die Krümmung der mächtigen Unterkieferäste. Es wird hierdurch dem nothwendigerweise viel grösseren und feineren Filtrirapparat, den Barten, der nöthige Platz geschaffen. Während bei den Finwalen die Barten 2 Fuss Höhe kaum überschreiten, können sie bei den Glattwalen bis 13 Fuss hoch werden. Diese enorme Länge der Barten ist es, welche die Kehlfurchen überflüssig macht. Es kommt bei der Nahrungsaufnahme der Bartenwale, wie Flower [2]) bereits hervorhob, darauf an, dass unterhalb der Barten keine Lücke offen bleibt, wenn das Maul geöffnet wird, und dies verhindert eben die Länge der einzelnen Fischbeinplatten, welche auch bei vollständig geöffnetem Maule noch den Boden der Mundhöhle erreichen, beim Schliessen aber, vermöge ihrer Elasticität, sich nach hinten umbiegen. Einerseits ist also bei Glattwalen ein vorzüglicher Filter von enormer Grösse vorhanden, andererseits ist, wie eine Vergleichung von Abbildungen zeigt, der Kopf und speciell seine Unterseite von so mächtiger Ausbildung, gegenüber den Verhältnissen bei Finwalen, dass eine weitere Ausdehnungfähigkeit durch etwaige Furchen durchaus nutzlos wäre.

Es bleibt mir nun übrig, für die Richtigkeit der von mir ausgesprochenen Ideen von den Functionen der Zunge, der Barten und der Furchen den anatomischen Beweis zu liefern, und ich glaube, dass mir dies gelingen wird.

---

1) Turner, Account of the great Finner Whale stranded at Longniddry. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh. Vol. XXVI. Part I. p. 200 u. 201.

2) Kosmos l. c.

Eine eingehendere Beschreibung der Anatomie der Zunge von *Balaenoptera musculus* giebt Yves Delage [1]). Er vergleicht sie in Bezug auf ihre Insertion mit der Zunge mancher Urodelen. Die Art der Vertheilung der Musculatur hat er indessen, wie aus seiner Arbeit sattsam hervorgeht, nicht richtig erkannt, und ich glaube den Grund dafür erkennen zu müssen einmal in der Schwierigkeit, ein so riesig grosses Object, wie die Zunge eines erwachsenen Bartenwales ist, in ihrer Organisation überschauen zu können, andererseits in der schon weit vorgeschrittenen Fäulnis, in der sich sein Object befand. Die Bildung eines grossen Hohlraumes zwischen Zunge und ventraler Körperwand, welchen Delage beschreibt und abbildet (Taf. 18, Fig. 11) ist ein sicherer Beweis dafür, denn ursprünglich war dieser Hohlraum, wie ich gleich zeigen werde, mit Fett angefüllt, und erst durch die Zersetzung haben sich Gase gebildet und jenen vermeintlichen Hohlraum geschaffen.

Von *Balaenoptera rostrata* existirt eine Beschreibung der Zunge und ihrer Musculatur durch die Arbeit von Carte und Macalister [2]). Die Function der Zunge ist aber von ihnen entweder nicht richtig erfasst worden, oder die Verhältnisse bei dieser Species wären durchaus andere, als bei der von mir gewählten *Balaenoptera musculus*.

Da eine zusammenfassende Arbeit über diesen Gegenstand bis jetzt fehlt, so will ich versuchen, in Nachfolgendem die Lücke zu ergänzen.

Als Object für meine eigenen Untersuchungen wählte ich einen sehr gut conservirten Embryo von *Balaenoptera musculus* von 117,5 cm. Länge, an dem ich, unter freundlicher Assistenz meines Schülers, Herrn Schäppi, Folgendes festzustellen vermochte.

Unter den Furchen, besonders stark entwickelt in der vorderen, der Unterkieferregion, zieht sich eine mächtige Hautmusculatur entlang, die aus mehreren Lagen besteht. Die obersten sind diagonal verlaufende, senkrecht zu einander stehende Muskelzüge, die in mehrfachen Schichten mit einander abwechseln, darunter liegt eine stark entwickelte longitudinal verlaufende Schicht. In der Höhe der Vorderflossen hört letztere Schicht, wenigstens in ihrer stärkeren Ausbildung auf, und wir haben somit das Ende des eigentlichen Platysma vor uns. Die darüber liegende Schicht von diagonal verlaufenden Fasern geht indessen weiter nach hinten, allmählich sich umbiegend, und aus der diagonalen Richtung in die longitudinale übergehend.

Nach vorn setzt sich das Platysma in sich wenig vermindernder Stärke fort bis zu den beiden Aesten des Unterkiefers, an denen es sich inserirt. In dieser vorderen Region liegt unterhalb des eben beschriebenen Hautmuskels, durch eine dicke Fettschicht getrennt, der stark entwickelte Musculus mylohyoideus (s. Taf. XX).

Dieser Muskel bildet den Boden der Mundhöhle, geht longitudinal nach hinten und biegt an den Seiten und an der Basis der Zungenwurzel um. Er verläuft in die Zunge hinein und fliesst unter der Zungenschleimhaut von beiden Seiten zusammen. Eine hintere mediane Portion inserirt sich am Hyoid. Eine vordere, zur Symphyse ziehende Portion kann als M. genioglossus aufgefasst werden. Die Zunge stellt sich dar als ein dickes rundliches Gebilde, ausgepolstert mit enormen Fettmassen, die unter den dem Musculus transversus entsprechenden Transversalfasern liegen. Contrahirt sich der Mylohyoideus, so zieht er die Zunge tief herab, indem er seine Fasern in eine Ebene zu bringen sucht. Die Zunge wird dadurch verflacht, und die Basis auf ein tieferes Niveau herabgedrückt.

Einer weiteren Einwirkung ist die Zunge unterworfen durch einen von den beiden grossen Zungenbeinbogen entspringenden sehr starken Muskel, welcher sich in den über den transversal verlaufenden

1) Delage, Histoire du *Balaenoptera musculus*. Archives de Zoologie expérimentale et générale 1885. p. 72 u. ff.

2) Carte u. Macalister, On the Anatomy of *Balaenoptera rostrata*. Philosoph. Transactions of the Royal Soc. London. Vol. 158. Part. I. 1868. p. 231.

Theil des Mylohyoideus, und also unmittelbar unter der Schleimhaut an die Ränder der Zunge wie an den Zungenrücken begiebt. Die Wirkung dieses Muskels ist folgende: erstens zieht er die Zunge zurück, zweitens unterstützt er die herabdrückende Wirkung des Mylohyoideus und bewirkt, im Verein mit letzterem, im hinteren Theil der Zunge eine Einbuchtung.

Treten diese Muskeln in Action, so wird die Zunge und dadurch auch der gesammte Boden herabgedrückt und erhält eine tief ausgehöhlte Form, etwa wie der Hohlraum eines Löffels.

Ermöglicht wird diese Ausdehnung des Mundhöhlenbodens aber durch das Vorhandensein der Längsfurchen, welche durch die Ausdehnung der Haut mehr oder weniger verschwinden.

Hört die Wirkung der Zungenmuskeln auf, so tritt als Antagonist das mächtig ausgebildete Platysma myoides in Wirkung, welches die Haut wieder in die Kehlfurchen legt und ausserdem die Zunge in die Mundhöhle, dorsal gegen den Gaumen und seitlich gegen die Barten drängt. Das Wasser vermag abzufliessen, die Nahrung dagegen wird theils nach hinten gedrückt, theils von den Barten aufgehalten.

Betrachten wir kurz den Muskelapparat zum Oeffnen und Schliessen der Kiefer, so ergiebt sich Folgendes.

Die Kieferöffnung wird bewirkt durch zwei Muskeln, von denen der eine (s. Tafel XX) vom inneren Theil des Unterkiefermuskels entspringt und sich an die Occipitalregion inserirt, der andere von ausserordentlicher Mächtigkeit ist und folgende Gestalt hat. Er entspringt mit zwei Bäuchen vom medianen und seitlichen Theile des Sternums und setzt sich einerseits an die Occipitalregion des Kopfes an, während eine andere Portion an den unteren Rand des Unterkiefers sowie an die Haut des Kehlsackes verläuft. (Einen ähnlichen Muskel bilden CARTE und MACALISTER von *Balaenoptera rostrata* ab und nennen ihn M. sterno-mastoideus.) Mit letzterer Portion vereinigt sich ein schwächerer Muskel, welcher von den Vorderhörnern des Zungenbeinbogens kommt. Die in den Kehlsack verlaufenden Fasern sind nach innen zu bedeckt von einem breiten, flachen Muskel, der von der Innenseite des Unterkiefers herkommt und in den Kehlsack unter die Longitudinalfasern des Platysma myoides verläuft. Seiner Lage nach könnte dieser Muskel ein M. buccinator sein.

Den Kieferverschluss bewirken: 1) ein Masseter externus, der von der Aussenseite des Unterkiefers entspringt und sich am Jochbogen inserirt, 2) ein Masseter internus, entspringend vom oberen Rande des Unterkiefers, sich inserirend am Jochbogen, aber breiter und weiter nach hinten, 3) ein Musculus pterygoideus externus, durch einen sehr kräftigen Muskel repräsentirt, der vom Pterygoid entspringt und sich an den Processus coronoideus des Unterkiefers inserirt, 4) der Musculus pterygoideus internus, der breit vom Pterygoid sowie der Bulla ossea entspringt und sich an die Innenseite des Unterkiefers ansetzt.

Zum besseren Verständnis der Abbildung sei noch erwähnt, dass zur Fixirung des Hyoids zwei Muskeln dienen: 1) der Sterno-hyoideus, in voller Breite vom Brustbein entspringend und sich an den Körper des Zungenbeins inserirend, und 2) der Musculus omohyoideus, der von der Scapula entspringt und sich an die Seitenhörner inserirt.

Für die Schluckbewegung fehlt eine eigentliche Schluckmusculatur, wie wir sie von den anderen Säugethieren kennen, insofern die Zungenheber nur durch den Palatoglossus vertreten werden. Die beiden Palatoglossi sind sehr schwach entwickelt, entpringen vom Palatum und gehen zu beiden Seiten des Oesophagus in die Zunge herein.

Ein Schlucken wird dadurch erzielt, dass die Zunge durch alle oben beschriebenen Muskeln des Kehlsackes derartig dicht an den Gaumen und die Barten gedrängt wird, dass ein Ausweichen der Nahrung nur nach hinten durch den Oesophagus möglich ist.

Durch das Andrücken der Zunge an den Gaumen wird gleichzeitig verhindert, dass das in der Maulöffnung enthaltene Wasser mit der Nahrung in den Oesophagus gelangt, es wird vielmehr zwischen den Bartenplatten abfliessen und zwischen den Lippen nach aussen gelangen. Natürlich wird nicht die gesammte aufgenommene Nahrung mit einer Schluckbewegung in den Oesophagus gebracht, sondern bleibt zum Theil an den Barten hängen und gelangt erst bei erneuter Nahrungsaufnahme nach hinten.

Während bei den übrigen Säugethieren das Velum die Function des Abschlusses des Nasenrachenganges gegen den Oesophagus übernimmt, ist dieses bei den Walen rudimentär, und es hat sich ein anderer, viel zweckmässigerer Verschluss gebildet, indem der Kehlkopf, wie bekannt, ganz eigenthümlich umgeformt ist und einen röhrenförmigen Zapfen von beträchtlicher Länge bildet, welcher in den Nasenrachengang hineinragt und mit diesem fest schliesst. Es wird dadurch das Hineingelangen von Nahrung in die Luftwege unmöglich gemacht, und ebenso unmöglich ist es, dass Wasser aus dem Mundraum in den Nasenrachengang gelangen und durch diesen ausgepresst werden kann. Die noch in neuerer Zeit vertheidigte Annahme des Wasserspritzens der Wale ist also schon aus anatomischen Gründen irrthümlich.

Um diese Verhältnisse deutlicher zu veranschaulichen, habe ich einige Schemata construirt, die theils Querschnitte, theils Medianschnitte durch den Kopf von *Balaenoptera musculus* darstellen. Es sind dabei die Befunde zu Grunde gelegt worden, welche ich durch Ausführung solcher Schnitte an grösseren Embryonen gewonnen habe, doch habe ich, um die Wirkungsweise der Barten zu veranschaulichen, letztere in die Querschnitte mit hineingezeichnet. Die Querschnitte sind durch den vorderen und hinteren Theil der Zunge geführt, einmal bei geschlossenem, das andere Mal bei geöffnetem Maule. Es resultiren daraus vier Bilder (s. Fig. 42, 43, 44, 45), von denen Schema 42 und 44 durch den vorderen, 43 und 45 durch den hinteren Theil der Zunge gelegt sind, 42 und 43 bei geschlossenem, 44 und 45 bei geöffnetem Maule.

Die beiden Längsschnitte (Fig. 46 u. 47) sind ebenfalls bei geschlossenem und bei geöffnetem Maule dargestellt. Es sind Medianschnitte, doch ist zum besseren Verständnis im Unterkiefer der Schnitt etwas seitwärts von der Medianlinie geführt, um die Zungenmusculatur deutlicher zu veranschaulichen.

Vergleicht man mit diesen schematischen Darstellungen die Abbildung auf Tafel XX, so glaube ich, dass man eine deutliche Vorstellung von der Action der Muskeln ihren Beziehungen zur Function der Kehlfurchen gewinnen wird.

6. Die Lippen.

In einem der verbreitetsten Lehrbücher der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, dem von Wiedersheim, findet sich folgende Bemerkung [1]): »Die Cetaceen und Monotremen sind die einzigen Säugethiere, welche der Lippenbildungen gänzlich entbehren.« Diese Bemerkung Wiedersheim's ist um so unverständlicher, als ja gerade bekanntermaassen bei den Bartenwalen die Erhebung der Unterlippe eine ganz ausserordentlich grosse ist und bei der Nahrungsaufnahme eine wichtige Rolle zu spielen hat. Schon vor fast einem halben Jahrhundert berichtet Eschricht [2]) über die Entwickelungsgeschichte der Cetaceenlippe: »Auch die mehr oder weniger vollkommene Lippenbildung scheint sich sehr früh gerade so zu gestalten, wie sie bei jeder Art bleibend ist. So glaube ich namentlich daraus schliessen zu können, dass ich schon bei einem nur $5\,^1/_2$ Fuss langen Fötus vom Südsee-Wallfisch die ausserordentliche Erhebung der Unterlippe beobachtete, welche den ächten Wallfischen so characteristisch ist, da doch diese Erhebung

1) p. 482.
2) Eschricht, l. c. p. 85.

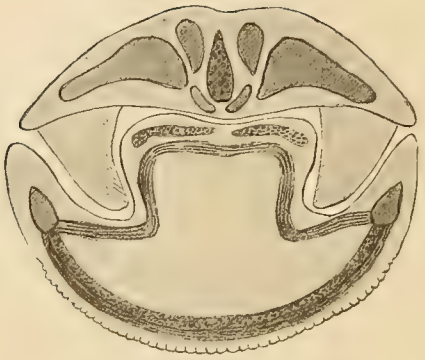


Fig. 42.

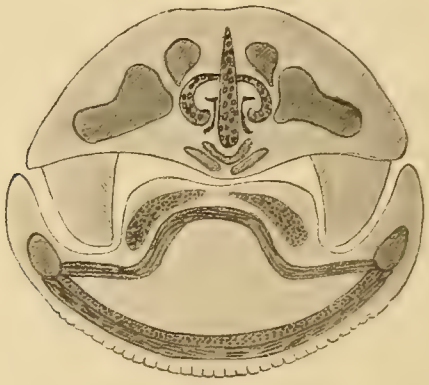


Fig. 43.

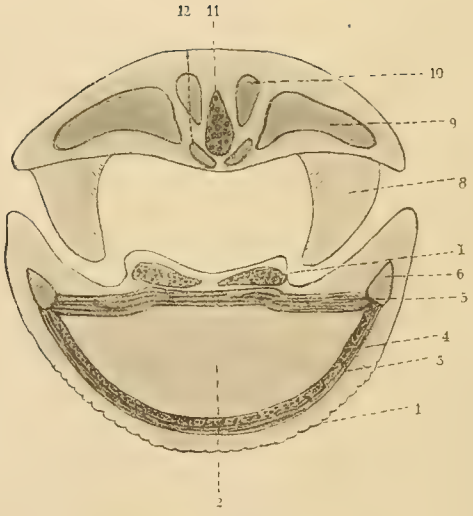


Fig. 44.

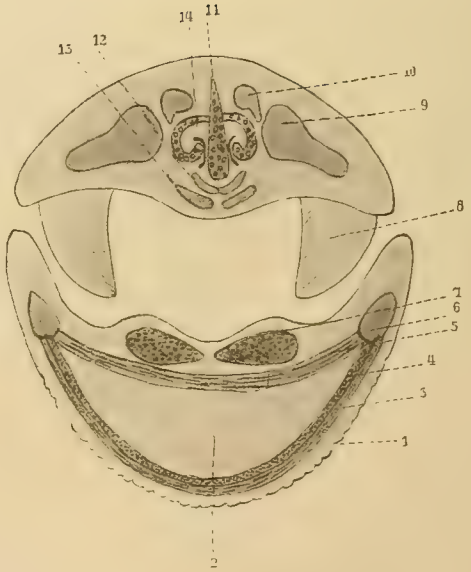


Fig. 45.

Fig. 42. Vorderer Querschnitt durch den Kopf einer *Balaenoptera musculus* bei geschlossenem Maule. (Nach einem an einem grösseren Embryo angefertigten Präparate).

Fig. 43. Hinterer Querschnitt durch den Kopf einer *Balaenoptera musculus* bei geschlossenem Maule.

Fig. 44. Vorderer Querschnitt durch den Kopf einer *Balaenoptera musculus* bei geöffnetem Maule. 1 Kehlfurchen. 2 Fettzellen enthaltendes Bindegewebe. 3 Diagonalfasern des Platysma myoides. 4 Längsfasern des Platysma myoides. 5 Musc. mylo-hyoideus. 6 Querschnitt durch den Unterkiefer. 7 Musc. hyoglossus. 8 Barten. 9 Oberkiefer. 10 Zwischenkiefer. 11 knorpelige Nasenscheidewand. 12 Vomer.

Fig. 45. Hinterer Querschnitt durch den Kopf einer *Balaenoptera musculus* bei geöffnetem Maule. 1—12 wie in Figurenerklärung 44, 13 Gaumenbein. 14 Querschnitt durch den vorderen Nasenraum.

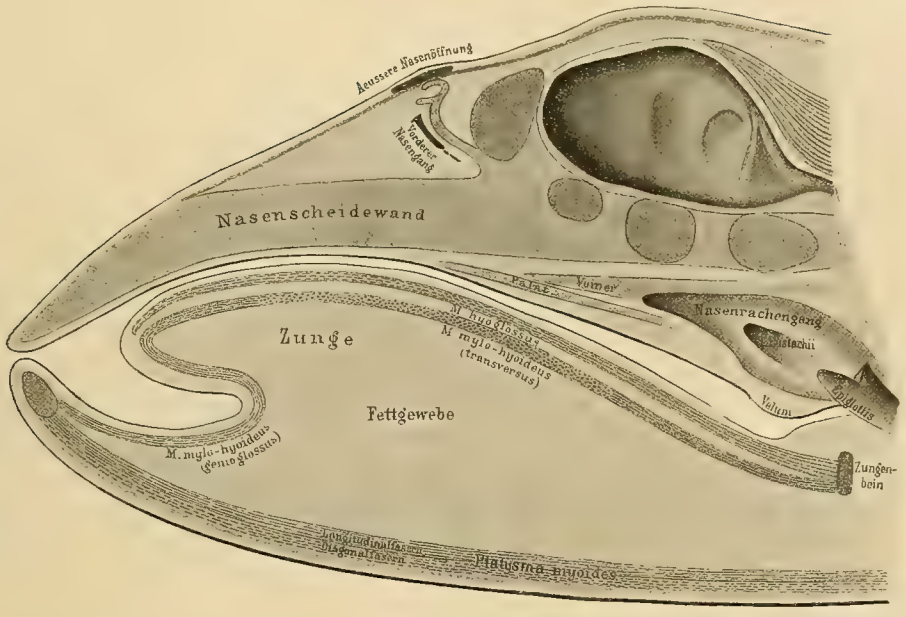


Fig. 46.

Medianschnitt durch den Kopf einer *Balaenoptera musculus* bei geschlossenem Maule. (Nach einem an einem grösseren Embryo angefertigten Präparate.) $^1/_2$ nat. Grösse.

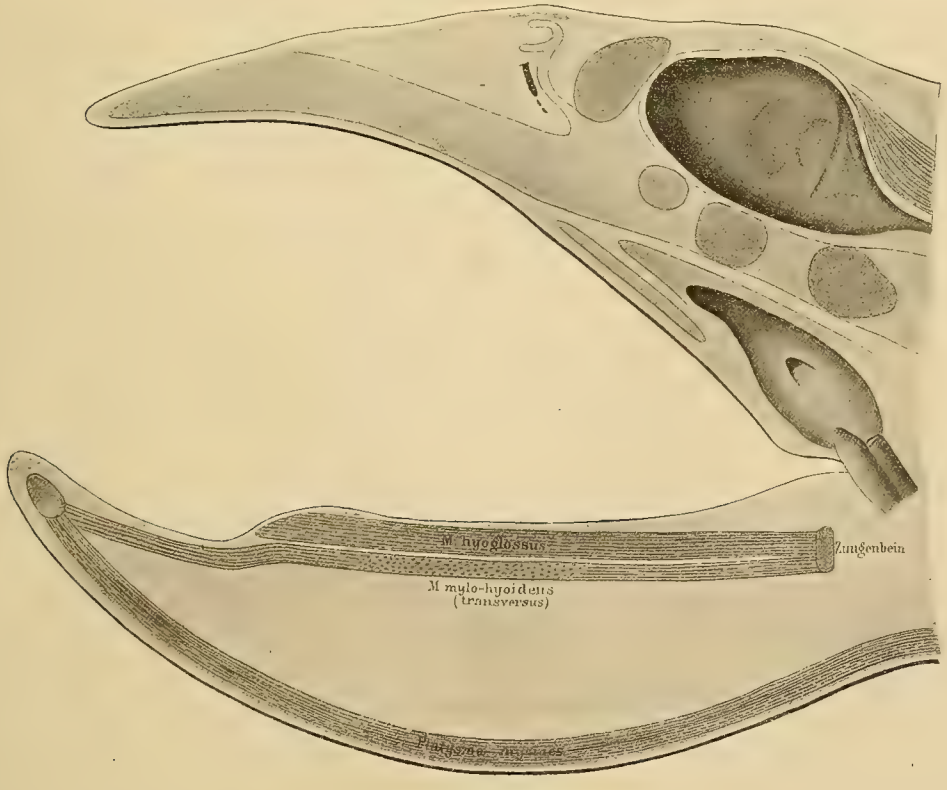


Fig. 47.

Medianschnitt durch den Kopf einer *Balaenoptera musculus* bei geöffnetem Maule (nach demselben Präparat). $^1/_2$ nat. Grösse.

der Unterlippe offenbar die Bedeckung der colossalen Barten zum Zwecke hat, und davon noch gar keine Spuren im Fötus vorhanden waren.«

Von späteren Autoren erwähnt DELAGE [1]), dass die Unterlippe von *Balaenoptera musculus* einen Höhendurchmesser von nicht weniger als 40 cm. erreicht.

Eine zusammenfassende Darstellung der Lippenbildungen fehlt bis jetzt noch, und es erscheint mir daher ganz am Platze, eine kurze Uebersicht dieser Organe zu geben.

Die Form der Lippen ist vollkommen abhängig von ihrer physiologischen Function. In erster Linie haben die Lippen einen festen, dichten Verschluss der Mundhöhle zu bewirken, damit das Eindringen von Wasser vermieden wird, und ferner kommen sie bei der Nahrungsaufnahme in Betracht. Letztere ist bei allen Cetaceen von zweierlei Art, einmal ist es die Aufnahme der Muttermilch, dann aber die selbständige Erbeutung der zur Nahrung dienenden Organismen. Ersterer Process ist nicht leicht zu verstehen. Das unter Wasser die Zitze erfassende Junge vermag aus leicht begreiflichen Gründen nicht zu saugen, und es ist bekannt, dass sich bei den Walen eine Anpassungserscheinung der Art entwickelt hat, dass dem Jungen die Milch durch willkürlichen Muskeldruck ins Maul gespritzt wird. Wie vermag nun die Milch in den Oesophagus zu gelangen, ohne dass gleichzeitig Wasser mit hineinläuft? Dafür muss es doch besondere Vorrichtungen geben! Solche finden sich nun in der That, und zwar ist es einerseits die tiefe Tasche, in welcher die Zitze liegt, deren Ränder die Maulspitze des die Zitze erfassenden Jungen fest umgeben, und andererseits der bei dem Jungen selbst vorhandene Verschlussapparat der Mundhöhle durch die Lippenbildung.

Es wird durch die Lippen aus der Mundhöhle ein Rohr geschaffen, welches nur vorn eine enge Oeffnung besitzt, in welche die Zitze hineinragt, so dass die Milch, ohne mit dem umgebenden Wasser in irgend welche Berührung zu kommen, direct in den Schlund gelangen kann.

Auch die Zunge passt sich der Umformung der Mundhöhle an, indem sie vorn flach dem Boden aufliegt und in ihrem vorderen Theile mehr oder weniger löffelförmig ausgehöhlt ist.

Diese für die Aufnahme der Milch so nützliche Lippenbildung ist auch später von Vortheil, wenn sich das Thier eigene Nahrung erwirbt, und bei den Zahnwalen treten nur unbedeutende Veränderungen in der Bildung der Mundhöhle auf, während bei den Bartenwalen, besonders durch die Ausbildung der Barten, die Mundhöhle eine etwas stärkere Umformung erleidet.

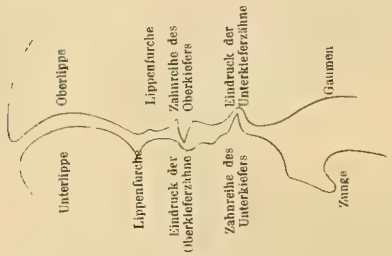


Fig. 48.
Schema der Lippenbildung von *Phocaena communis*.

In beiden Gruppen existirt in Bezug auf die Lippenbildung insofern ein Unterschied, als bei den Zahnwalen die Oberlippe über die Unterlippe hinweggreift, während bei den Bartenwalen das Umgekehrte der Fall ist. Betrachten wir zum Beispiel die Lippenbildung des Braunfisches, so sehen wir an beifolgendem Schema, wie der Verschluss der Oberlippe gegen die Unterlippe ein falzartiger ist, indem einer Erhebung der Unterlippe eine Einsenkung der Oberlippe entspricht, und letztere über die Unterlippe hinweggreift. Dieser Verschluss findet sich nun, mit geringen Abweichungen, bei allen Zahnwalen wieder. Bei den Zahnwalen, welche nicht wie die meisten Delphine derartig gestreckte Schnauzen besitzen, so bei *Beluga* und *Monodon*, findet sich vorn an der Schnauzenspitze der jungen Thiere eine scheinbar ganz unbedeutende Veränderung, die aber gleichwohl für die Aufnahme der Milch sehr wichtig ist. Besonders ausgeprägt sah ich es bei einem Embryo von *Beluga leucas*, den ich unter besonderer Rücksicht auf Erhaltung seiner plastischen Form conservirt hatte. Die Lippenränder, welche sonst ganz vorzüglich in einander passen,

1) DELAGE, l. c.

zeigen nämlich ganz vorn eine kleine Oeffnung, auch wenn sie geschlossen sind. Die Oeffnung rührt davon her, dass die Oberlippen an ihrer Spitze etwas nach oben gezogen erscheinen. Zwei an der gegenüberliegenden Stelle des Unterkiefers vorspringende Wülste, welche sich nach hinten fortsetzen, begrenzen die Oeffnung nach unten halbkreisförmig, schliessen sie nach hinten zu und schaffen ein annähernd kreisförmiges Loch, in welches die Zitze der Mutter vollkommen hineinpasst. Wenn das Junge also Milch zu sich nehmen will, ergreift es mit der Schnauzenspitze die Zitze, welche in die vordere Aushöhlung hinein passt, während die Lippenränder nur sehr wenig von einander entfernt zu werden brauchen. Es wird also dadurch auch bei den mit kurzer Schnauze versehenen Zahnwalen ein vollständig geschlossenes, nur vorn mit minimaler Oeffnung versehenes Rohr hergestellt, in welches die Milch der Mutter gelangen kann, ohne mit Wasser vermischt zu werden.

Bei den cephalopodenfressenden *Ziphiinen* finden sich etwas andere Verhältnisse vor. Zur Untersuchung ziehe ich speciell *Hyperoodon rostratus* heran, von dem es mir vergönnt war sowohl erwachsene Exemplare wie Embryonen zum Studium zu benützen. Die weiche Nahrung, welche nicht mit den Zähnen festgehalten oder gar zerbissen zu werden braucht (ich fand in einem frisch harpunirten Exemplar einen grossen, nur etwas zerquetschten, sonst unversehrten Cephalopoden im Schlunde) wird nicht mehr vom Gebisse, welches gänzlich rudimentär geworden ist, sondern von den Kieferrändern ergriffen. Beim Erwachsenen sind die Kieferränder sehr hart und von sehr fester Haut bedeckt, die im Oberkiefer mit auf den Gaumen sich fortsetzenden Querleisten bedeckt ist. Obere und untere Kieferränder passen vollkommen an einander, und indem das Gaumendach ziemlich tief ausgehöhlt ist, stossen sie nicht in breiten Flächen, sondern in zwei ziemlich scharfen Kanten zusammen. An Stelle der functionell nutzlos gewordenen Zähne sind also die scharfen Kieferränder getreten, welche hier und da spitze, harte, hornige Gebilde, die BAUSSARD'schen Höckerchen, tragen. Es leuchtet ein, dass derartige hornbedeckte Schnabelbildungen zum Ergreifen der weichen Nahrung ganz vorzüglich und viel besser als Zähne geeignet sind.

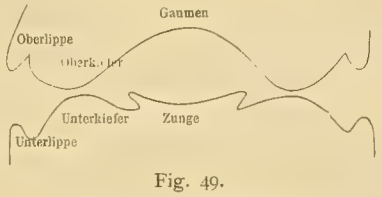


Fig. 49.
Schema der Lippenbildung bei *Hyperoodon rostratus*.

Indem der äussere Verschluss der Mundhöhle durch die scharfen Kieferränder selbst gebildet wird, werden die Lippen dieser Function enthoben und zeigen sich als zur Seite des vorspringenden Kiefers liegende Hautfalten, von geringer Entwickelung, die sich nicht einmal mehr berühren.

Die Lippenbildung der Bartenwale weicht von der der Zahnwale ab, wenn sie auch den gleichen physiologischen Effect bezweckt. War bei den Zahnwalen die Oberlippe die übergreifende, so ist es bei den Bartenwalen die Unterlippe, welche sehr stark entwickelt ist. Nehmen wir als Beispiel den Embryo einer *Balaenoptera musculus* von 121 cm. directer Länge, so sehen wir längs des Unterkiefers eine Furche verlaufen, auf deren Unterseite die Zahnkeime sitzen. Erst in dem hinteren Theile des Unterkiefers wird diese Furche deutlich sichtbar, im vorderen wird sie ganz undeutlich, und es ist daher hier auch keine Abgrenzung der Unterlippe vorhanden. Weiter hinten tritt die Unterlippe deutlich auf und steigt in ihrem äusseren Rande in scharfer Kante nach aufwärts. Eine eigentliche Lippenfurche, welche die Unterlippe von dem Kiefer trennt, fehlt, sie fällt zusammen mit der Kieferfurche, an deren Grunde die Zahnreihe liegt. Im Oberkiefer ist eine Lippenfurche dagegen vorhanden, die sich bis weit nach vorn zur Mündung der

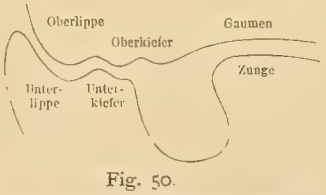


Fig. 50.
Schema der Lippenbildung eines Finwalembryos.

Stenson'schen Gänge erstreckt. Ein Querschnitt durch eine Seite des Vorderkopfes eines Bartenwalembryos liefert demnach vorstehendes Bild (Fig 50).

So sehen wir also, wie die Anpassung an das Leben im Wasser selbst auf derartige, scheinbar nicht in Betracht kommende Körpertheile, wie die Lippen, umändernd eingewirkt hat.

7. Bau und Entwickelung der Cetaceennase.

a) Delphiniden.

Es geschieht hiermit meines Wissens zum ersten Male, dass eine zusammenhängende Darstellung der Entwickelung des Geruchsorganes der Wale versucht wird, obgleich die merkwürdigen Veränderungen, welche es bei diesen Thieren erlitten hat, das Interesse in hohem Grade erregen mussten. Bekanntlich sind bei den Zahnwalen die beiden äusseren Nasenöffnungen zu einer unpaaren Oeffnung verschmolzen, die nicht, wie bei den anderen Säugethieren, an der Oberkieferspitze, sondern weit davon nach hinten gelagert sind und das Spritzloch bilden. Die Nasenhöhlen sind im Allgemeinen vertical verlaufende Röhren, die in ihrem unteren Theile der Vorderwand der Hirnhöhle entlang ziehen, so dass äussere und innere Oeffnungen mehr nach hinten zu liegen, als der mittlere Theil. Die Röhren sind von folgenden Skelettheilen umgeben: die Hinterwand wird begrenzt von dem nicht isolirt existirenden, sondern mit dem darunter liegenden Präsphenoid verschmolzenen Siebbein, oberhalb davon durch die stark reducirten Nasenbeine, welche die hintere Begrenzung der vorderen Nasenöffnungen bilden.

Getrennt sind beide Nasenhöhlen durch die dem Siebbein aufsitzende mediane Nasenscheidewand, welche nur in ihrem hinteren Theile verknöchert ist, in ihrem vorderen knorpelig bleibt und, in die Längsrinne des Vomer sich einlagernd, bis zur Spitze des Oberkiefers zieht. Die Vomer zieht sich sehr weit nach hinten und bildet, unter dem Präsphenoid wie dem Basisphenoid liegend, die hintere Wand der unteren Nasenöffnungen.

Vorn nehmen an der Begrenzung der Nasenhöhlen Theil: zu oberst die Zwischenkiefer, in dünnen Platten den beiden Oberkiefern aufliegend, unter letzteren die Gaumenbeine und seitlich von diesen, zugleich die Seitenwände der unteren Nasenöffnungen bildend, die stark entwickelten Flügelbeine.

Ueber die weichen Theile der Cetaceennase existiren zahlreiche Arbeiten. Besonders ist der leicht zugängliche Braunfisch in dieser Hinsicht oftmals verwerthet worden, und ich will mich daher mit ihm zuerst beschäftigen.

Unter den vielen älteren und jüngeren Arbeiten über die Nase des Braunfisches ragt eine ganz besonders hervor durch die Schärfe der Beobachtung und die Tiefe der Reflexion, die Abhandlung K. E. von Baer's in Oken's Isis vom Jahre 1826 »Die Nase der Cetaceen, erläutert durch Untersuchung der Nase des Braunfisches (*Delphinus Phocaena*)«.

Die von Baer angeführten anatomischen Thatsachen sind durch ausserordentlich sorgfältige Untersuchung gewonnen worden und bilden noch heute das Fundament unserer Kenntnisse über den Bau der Nase der Delphiniden.

Es liegt nicht in meiner Absicht, die Literatur über diesen Gegenstand hier auführlicher zu behandeln. Für unsere Zwecke kommt es zunächst darauf an, ein möglichst klares Bild vom Bau der Nase des Braunfisches zu gewinnen, um dann mit Hülfe der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen eine auf sicherer Grundlage ruhende Vergleichung der Cetaceennase mit der typischen Säugethiernase vornehmen zu können. Da es bis jetzt an einer guten Abbildung der betreffenden Verhältnisse fehlt, so habe

ich versucht eine solche zu liefern, indem ich einen Medianschnitt durch den Kopf eines grossen *Phocaena*-fötus von 68 cm. Länge legte und ihn abbildete (Taf. XXI, Fig. 1). Der Beschreibung v. Baer's theilweise folgend, sehen wir, wie der Nasenrachengang vom Schlunde aus mit einer Oeffnung beginnt, welche von einem scharf vorspringenden Wulste begrenzt ist. Dieser wird von einem Ringmuskel gebildet, den v. Baer als Musculus pharyngo-palatinus bezeichnet. In die von ihm umgebene runde Oeffnung passt der langausgezogene Larynx hinein, welcher durch die Contraction des Ringmuskels vollkommen dicht umschlossen werden kann. Bei der Nahrungsaufnahme ist diese Einrichtung von hohem Werthe, indem dadurch die Luftwege vollkommen vom Oesophagus abgeschlossen werden und die Nahrung ihren Weg zu beiden Seiten des Kehlkopfes nimmt.

Durch die vom Ringmuskel begrenzte Oeffnung gelangen wir in eine Höhlung, die besonders in ihrem unteren Theile sackartig erweitert ist. Ihre Wandung wird gebildet aus einer Schleimhaut, welche zahlreiche in Reihen stehende Drüsenöffnungen aufzuweisen hat. Die Begrenzung der Höhlung an ihrem oberen Ende ist gegeben durch die Nasenscheidewand, respective den deren untere Kante umfassenden Vomer.

Es hört damit im weiteren Verlaufe aber die Einheitlichkeit des Hohlraumes auf, der sich in zwei, durch die Nasenscheidewand getrennte Canäle fortsetzt. Entfernen wir die den Einblick verwehrende Nasenscheidewand der einen Kopfhälfte (Fig. 2, Taf. XXI), so sehen wir, wie der Canal, mit einer engeren Stelle beginnend, sich an der äusseren Wand der Schädelkapsel entlang nach oben begiebt und einen zur Längsaxe des Schädels senkrechten Verlauf nimmt. Der untere Theil des Schädels ist ebenso wie der darunter liegende sackförmige Hohlraum mit einer drüsenreichen Schleimhaut ausgekleidet, während der obere Theil glatt ist. Die Stelle, wo der Canal aus der Umgebung der Schädelknochen heraustritt, markirt sich sehr deutlich durch einen ringförmigen Wulst. Etwa in der Mitte des eben beschriebenen Abschnittes mündet ein Canal ein, den wir als die Mündung der Tuba Eustachii anzusehen haben.

Soweit wir den Nasenraum bis jetzt betrachtet haben, bietet er dem Verständnis keine Schwierigkeit. Der Hauptunterschied gegenüber der typischen Säugethiernase ist bis jetzt nur der, dass die Nasencanäle nicht über der Mundhöhle nach vorn verlaufen, sondern sich senkrecht zur Längsaxe des Schädels nach oben wenden.

Um so schwieriger wird aber das Studium der über der knöchernen Nase liegenden Theile, und weder die anatomischen Befunde sind sichergestellt, noch ist eine auf sicherer Basis ruhende Vergleichung dieses äusserst complicirten oberen Nasenapparates bis jetzt gegeben worden. Wir haben es der Hauptsache nach mit der Region zu thun, welche von alten und neuen Schriftstellern als die Region der Spritzsäcke beschrieben wird. Von diesen Spritzsäcken nahm man früher an, dass sich in ihnen das Wasser ansammele und gelegentlich durch Contraction ihrer Wände ausgetrieben werde.

Die an meinem Präparat gefundene Organisation der oberen Nasenregion weicht von den bis dahin gelieferten Beschreibungen etwas ab. Ich fand Folgendes: Sobald der Nasencanal der betreffenden Seite die knöcherne Umgebung verlassen hat, wird er von einem von der vorderen Wand kommenden, breiten Vorsprung, der vorderen Klappe der Autoren, fast völlig verschlossen, und sein bis dahin verhältnismässig weites Lumen setzt sich in zwei enge Spalten fort, von denen die eine nahe der medianen Scheidewand nach oben verläuft und in den, beiden Hälften gemeinsamen, obersten Nasenraum einmündet, während die andere, sich von der Medianlinie entfernend, um den das obere Ende der knöchernen Nase characterisirenden Wulst herum sich in die Tiefe begiebt und hier mit zwei zusammenhängenden Höhlen communicirt. Die beiden Höhlen sind eine vordere und eine hintere. Die vordere ist eine sackartige Ausstülpung unterhalb der vorderen Klappe; sie ist durch eine unter letzterer verlaufende Rinne mit der

hinteren grösseren verbunden, die sich, schräg nach hinten und oben ziehend, der Schädelkapsel anlegt. Ein tiefer Spalt (s. Fig. 3, Taf. XXI) trennt die obere Wandung der hinteren Höhle in zwei Wulste.

Noch ein drittes Paar Nebenhöhlen giebt es, nämlich zwei Canäle, welche auf meinem Präparat sich um die Hauptnasenhöhle herumziehen, und hinten mit einer Oeffnung in die untere Hälfte des Spaltes der hinteren oberen Nebenhöhle einmünden, während sie vorn als zwei Blindsäcke endigen, die v. Baer als vordere obere Nebenhöhlen bezeichnet hat. (Siehe folgendes Schema.)

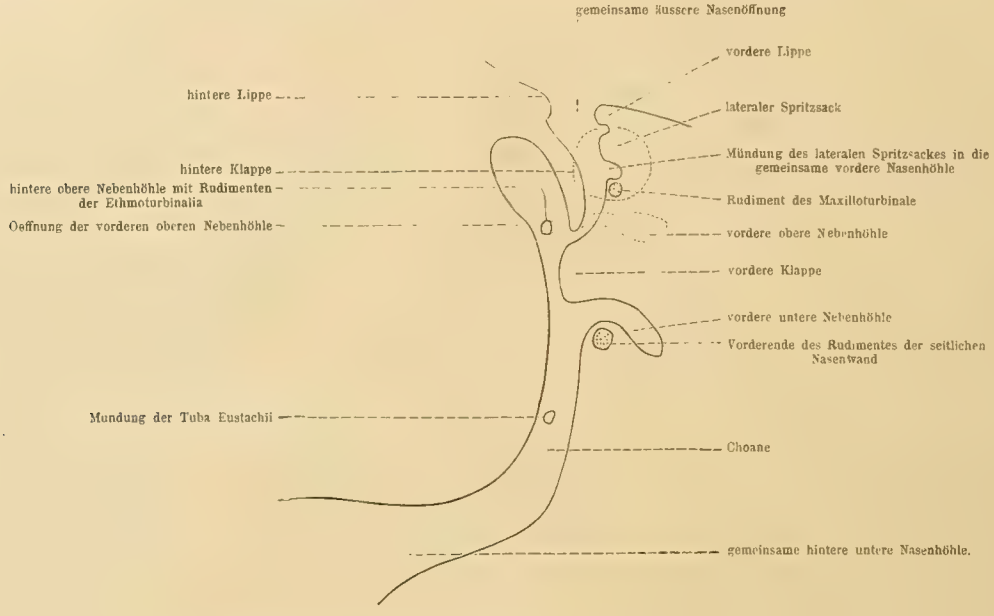


Fig. 51.
Schematische Darstellung der Nase von *Phocaena communis*.

Nunmehr haben wir nur noch den obersten Theil des Nasenraumes zu untersuchen. Die hintere Nebenhöhle wird von dem gemeinsamen oberen Nasenraum durch einen Vorsprung getrennt, welcher, von oben kommend, sich dem oberen Rande der vorderen Klappe auflagert und nur einen schmalen Schlitz zwischen beiden übrig lässt. Wir bezeichnen den von der Hinterwand des Nasenraumes kommenden Vorsprung mit den früheren Autoren als hintere Klappe.

Was nach vorn von dieser und über der vorderen Klappe gelegen ist, ist der vorderste, beiden Körperhälften gemeinsame Nasenraum, der folgenden Anblick darbietet. Er stellt nicht ein einfaches Rohr dar, welches etwa den Durchmesser der halbmondförmigen Oeffnung besitzt, sondern ist ein ziemlich geräumiger Sack, der auf jeder Seite eine seitwärts, senkrecht zur Hauptaxe des Schädels verlaufende Ausstülpung besitzt. Diese zu beiden Seiten des Vorderkopfes liegenden Säcke, die eigentlichen Spritzsäcke der Autoren, münden in den gemeinsamen oberen Nasenraum, an dessen Vorderrand in eine Rinne auslaufend, die sich auf dem Medianschnitt durch den Kopf leicht erkennen lässt. Ihre Wandung weist eine Anzahl deutliche parallel laufende Faltungen auf. Umgeben wird ein jeder dieser Säcke von einer dicken Lage concentrisch angeordneter Muskelfasern. Das sie auskleidende Epithel ist, wie das der Körperoberfläche, schwarz pigmentirt, und diese schwarze Haut erstreckt sich auch über die Wand des gemeinsamen oberen Nasenraumes, an der Innenfläche der beiden Klappen entlang bis zu der Stelle, wo die beiden Nasenhöhlen gesondert zu verlaufen beginnen.

Um die Besprechung der weichen Theile der Nase zu beenden, ist noch zu erwähnen, dass die äussere Nasenmündung von einer vorderen und einer hinteren Lippe begrenzt wird, die von dem darunter liegenden gemeinsamen Nasenraum durch deutliche Einfaltungen abgegrenzt sind.

Die vordere Lippe ist die stärkere, sie schiebt sich etwas gegen die hintere vor, so dass sich beide im Ruhezustande berühren. In beide Lippen ziehen sich Muskelfasern hinein, und zwar inseriren sich die in die hintere Lippe ziehenden an dem oberen Ende der Stirnbeine, die der vorderen Lippe am Oberkiefer. Ein Sphincter, zum Verschlusse der Nasenöffnung, fehlt.

Schon aus dieser kurzen Beschreibung der weichen Theile der Braunfische wird ersichtlich, wie complicirt das Organ ist, und wie wenig leicht es sein wird, eine Homologisirung im Einzelnen durchzuführen und das Altererbte von dem Neuerworbenen zu scheiden. Nur die Entwickelungsgeschichte wird uns die sicheren Kriterien zu liefern vermögen, auf Grund deren eine Vergleichung mit der typischen Säugethiernase möglich sein wird.

Von der grossen Zahl von Arbeiten, welche sich mit der Nase der Zahnwale und ihrer Homologisirung beschäftigen, will ich hier nur die wichtigeren nennen. Auf Baer's[1]) Arbeit folgten an demselben Obejcte die von Rapp[2]), später von Stannius[3]) und Sibson[4]), an *Grampus rissoanus* die Arbeit von J. Murie[5]), von demselben Autor an *Lagenorhynchus albirostris*[6]) und *Globiocephalus melas*[7]), und die Nase von *Platanista gangetica* wurde in neuerer Zeit untersucht von Anderson[8]).

Aus der Vergleichung dieser Arbeiten ergiebt sich, dass die Nase der Delphine im Allgemeinen gleichartig und nach dem Typus gebaut ist, welchen ich soeben von *Phocaena communis* beschrieben habe, sie bringen uns aber der Lösung unserer Aufgabe, die Homologien zwischen der Nase der Zahnwale und der typischen Säugethiernase aufzufinden, keinen Schritt näher, da die diesbezüglichen Versuche auf zu schwankendem Boden stehen.

Wie weit wir zur Zeit noch von einem befriedigenden Einblick in die Nasenverhältnisse der Wale entfernt sind, zeigt beispielsweise die Aeusserung, welche Zuckerkandl[9]) in seiner das periphere Geruchsorgan der Säugethiere behandelnden Arbeit über die Nase des Delphins giebt: »Von der Nasenhöhle ist nur ein Theil des hinteren Nasenraumes vorhanden, der grössere Antheil der Nasenhöhle mitsammt dem Siebbein und der Nasenmuschel fehlt, und an Stelle eines vorderen und oberen Nasenraumes schliessen die beiden Kieferbeine Wand an Wand aneinander.« Meine Untersuchungen werden zeigen, dass kein Punkt dieser Angaben aufrecht erhalten werden kann.

Volle Klarheit über die Homologien der einzelnen Theile der Zahnwalnase kann uns erst die Entwickelungsgeschichte bringen, und ich beginne daher mit der Darstellung der Verhältnisse bei dem kleinsten dazu benutzten Embryo, einem Delphinembryo von 3,75 cm. directer Länge, den ich in Frontalschnitte zerlegt habe. Die Gaumenbildung ist natürlich beendet, die Gaumenfortsätze der Oberkiefer sind aber noch kenntlich, da sie in der Mitte noch eine deutliche tiefe Einkerbung zeigen. Von der Gaumenspalte hat

---

1) Baer, Oken's Isis. 1826.

2) Rapp, Die Cetaceen zoologisch-anatomisch dargestellt. 1837. p. 105 u. ff.

3) Stannius, Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbelthiere. 1816. p. 396 u. 397, und ferner: Die Muskeln des Tümmlers. Müller's Archiv. 1849. p. 4.

4) Sibson, On the Blow-whole of the Porpoise. Philos. Transact. 1848. p. 117

5) Murie, Grampus rissoanus. Journ. of Anat. 1870.

6) Murie, Lagenorhynchus albirostris. J. Linn. Soc. 1870.

7) Murie, On the organization of the Caaing Whale. Transact. Zool. Soc. Vol. VIII. 1873. p. 242 u. ff.

8) Anderson, Anatomical and zoological researches comprising an account of the zoological results of the two expeditions to Western Yunnan in 1868 und 1875. London 1878. p. 451.

9) Zuckerkandl, Das periphere Geruchsorgan der Säugethiere. Eine vergleichend-anatomische Studie. Stuttgart 1887. p. 53 u. 54.

sich vorn jederseits noch ein Rest erhalten und stellt als ein Stück nach innen ziehendes Epithel den Rest der STENSON'schen Gänge dar.

Schon auf diesem frühen Stadium ist die äussere Nasenöffnung von der Oberkieferspitze ein gutes Stück nach dem Scheitel zugerückt, und das ist auch in erster Linie der Grund, weshalb die STENSON'schen Gänge bis auf ihre Ausmündung in die Mundhöhle obliteriren. Während aber die Nasenhöhle selbst sich scheinbar so verlagert, behält der Knorpel der Nasenscheidewand seine ursprüngliche Lage bei und erstreckt sich bis zur Spitze des Oberkiefers hin (Fig. 1, Taf. XXIII).

Er tritt auf als Knorpelstab von erst rundlichem, weiter nach hinten mehr ovalem Querschnitt und ist besonders an seiner ventralen Seite von dichtem Bindegewebe umgeben. Den entwickelungsgeschichtlichen Beweis für die Verlagerung der Nasenöffnung habe ich bereits im vierten Kapitel gegeben.

Die knorpelige Nasenscheidewand umziehen bis vorn an die Spitze zwei seitliche Differenzirungen des embryonalen Bindegewebes, von denen jede einen undeutlich abgegrenzten dorsalen und einen mehr ventralen und nach aussen liegenden Theil aufweist. Wir haben hier die erste Anlage des Zwischenkiefers vor uns. Im dorsalen Theile treten sehr bald Verknöcherungen auf, während in dem unteren mehr ventralen nichts davon zu sehen ist. Während an der Oberkieferspitze der Zwischenkiefer allein zum Vorschein kommt, tritt weiter nach hinten zu seitlich von der Zwischenkieferanlage die Anlage des Oberkiefers auf. Eine unpaare solide Epithelleiste, welche unter der Nasenscheidewand nahe dem Mundhöhlenepithel verläuft und bald darauf wieder verschwindet, ist vielleicht als Rudiment einer Drüsenanlage anzusehen.

Mit dem Querschnitt der Nasenscheidewand ist etwas weiter nach hinten eine auffällige Formveränderung vor sich gegangen, indem aus dem gestreckten Oval durch plötzlich auftretende seitliche Verbreiterung in der dorsalen Hälfte und starke Zuspitzung des dorsalen Randes folgende Querschnittsfigur entstanden ist (s. Fig. 2, XXIII), und gleichzeitig seitlich in der Mitte vom Knorpel, scheinbar ganz ohne Zusammenhang mit ihm, zwei weitere kleinere Knorpelanlagen auftreten, die sich im weiteren Verlaufe der Schnitte als die beiden nach vorwärts gerichteten Spitzen zweier Knorpellamellen herausstellen, welche parallel mit der Nasenscheidewand verlaufen. An ihrem oberen Ende schwellen beide Knorpellamellen mächtig an und bilden zur Seite der Nasenscheidewand ein paar stattliche Knorpelmassen. Sie liegen an derselben Stelle, an welcher bereits CAMPER beim Erwachsenen zwei eigene Knochenkerne beschrieb und für Fortsätze des Siebbeines erklärte, während v. BAER das erst spät verknöchernde Gebilde als verkümmerte untere Muschel auffasste.

Da die äussere Nasenöffnung bei so jungen Embryonen noch ziemlich weit nach vorn liegt, wird sie auf Frontalschnitten zuerst getroffen als ein geräumiger Sinus, der über den beiden vorhin erwähnten seitlichen Knorpelanlagen liegt (Fig. 3, Taf. XXIII).

Obgleich sich an dem Präparat, nach welchem die Bilder gezeichnet worden sind, das die Nasenräume auskleidende Epithel etwas von seiner bindegewebigen Unterlage zurückgezogen hat, sind die einzelnen Anlagen doch deutlich zu sehen. Auf Fig. 3 sehen wir, wie die Verschmelzung der äusseren Nasenöffnungen zu einer einheitlichen Höhle sich in ihren ersten Anfängen befindet. Es ist eine weite Oeffnung vorhanden, in die sich aber von unten her eine starke bindegewebige Masse einschiebt, welche gewissermaassen als Fortsetzung der in ihr liegenden knorpeligen Nasenscheidewand zu betrachten ist, und welche die nur an ihrer äussersten Mündung gemeinsame Oeffnung in zwei getrennt von einander verlaufende Gänge spaltet.

Die Entwickelungsgeschichte zeigt uns also, dass der Verschmelzungsprocess der beiden Nasenöffnungen der Zahnwale ein secundärer ist, indem bei sehr

kleinen Embryonen die beiden Nasenöffnungen fast völlig von einander getrennt sind.

Weiter können wir daraus folgern, dass der ganze obere gemeinsame Theil der Nasenhöhle eine Neubildung ist, die den Vorfahren der Zahnwale noch fehlte, und die dadurch zu Stande kam, dass die, die beiden Nasengänge trennende mediane Nasenscheidewand in ihrem Wachsthum gegenüber den äusseren Wänden der Nasenlöcher stark zurückblieb.

Wie steht es nun mit den beiden seitlichen Höhlen, welche von diesem gemeinsamen vorderen Nasenraume ausgehen, den sogenannten Spritzsäcken? Ist der gesammte vordere gemeinsame Nasenraum eine Neuerwerbung, so werden es auch die Spritzsäcke sein. Schon als ich den grossen Embryo von *Phocaena communis* untersuchte, fiel mir auf, dass die beiden Spritzsäcke ganz minimale Bildungen waren, während von den noch einmal so grossen erwachsenen Thieren Spritzsäcke von der mehrfachen Grösse angegeben werden. In der That zeigte der vorliegende kleine Embryo nur schwache Andeutungen der Anlage dieser Organe, indem die Seitenwände der äusseren Nase jederseits wenig tiefe Einbuchtungen aufwiesen.

Die Abbildung Fig. 3 zeigt ferner, dass die Nasenscheidewand an ihrem oberen Ende nicht mehr vollkommen verknorpelt, sondern dass an Stelle des Knorpels dichtes Bindegewebe vorhanden ist. Es tritt also ein Reductionsprocess der Nasenscheidewand an ihrem oberen Rande ein. Der über dem oberen Ende der Nasenscheidewand liegende bindegewebige Vorsprung ist homolog dem bei dem erwachsenen Thiere als vordere Klappe bezeichneten Abschnitt; seine Verlagerung weiter nach unten wird leicht erklärlich aus der allmählichen Ausbildung eines darüber liegenden gemeinschaftlichen Nasenraumes.

Wie schon erwähnt, nehmen die seitlichen Knorpel dieselbe seitlich nach innen den Maxillen aufgelagerte Stelle ein, an welcher beim erwachsenen Braunfisch von Camper und später von Baer ein paar kleine, auch von mir constatirte Ossificationen gefunden wurden, die letzterer als letzte Rudimente der unteren Nasenmuschel deutete.

Aus Fig. 4 erhellt, dass die seitlich von der Nasenscheidewand liegenden Knorpel auseinanderzuweichen beginnen, und dass die auseinanderweichenden im Querschnitt ovalen Knorpelspangen die Nasenhöhle seitlich umfassen (Fig. 5 u. 6). An der Stelle aber, wo die mächtige Entwickelung der seitlichen Knorpelspangen stattfand (Fig. 3, Taf. XXIII), bleibt auf den nächstfolgenden Schnitten ein kleiner Knorpelrest bestehen. Es rollen sich also, wenn wir uns die Verhältnisse räumlich vorstellen, die stark entwickelten vorderen Knorpelmassen nach hinten zu etwas ein. Die beiden seitlichen Knorpelspangen ziehen weiter nach hinten und treten endlich in die knorpelige Schlussplatte ein.

Ganz ebenso verhält es sich bei unserem grossen Braunfischembryo. Wie Abbildung 2 und 3, Taf. XXI, zeigt, zieht sich die seitliche Knorpelspange um die Nasenhöhle herum nach hinten und verursacht in letzterer eine wulstige Erhebung, die nach hinten in die sogenannte hintere obere Nebenhöhle zieht und, sich wieder etwas medianwärts wendend, in der inneren von der Schlussplatte gebildeten Begrenzung dieser Höhle sich verliert.

Es entsteht nun die Frage, mit welchem Theile der Säugethiernase die hintere obere Nasenhöhle zu homologisiren ist. Schon aus ihrer Lagerung lässt sich vermuthen, dass wir es mit der Regio olfactoria der Nase zu thun haben, einen Beweis dafür vermögen wir indes erst dann zu erbringen, wenn es gelingt, eine Innervirung durch den Olfactorius nachzuweisen.

Bekanntlich gehen den erwachsenen Delphiniden die Riechnerven völlig ab, nach einigen Autoren (Blainville, Jacobson, Treviranus, v. Baer, Mayer) sollen sich zwar noch sehr feine Fädchen als Reste des Riechnerven erhalten haben, andere Autoren hingegen (Tyson, Hunter, Serres, Otto, Rudolphi,

Tiedemann, Bruns, Rapp, Eschricht, Huxley, Broca u. A.) bestreiten diese Angaben und halten die Geruchsnerven der Delphiniden für völlig geschwunden.

Bereits im ersten Bande dieser Studien (p. 116) hatten wir angegeben, dass beim erwachsenen Weisswale keine Spur von einem Olfactorius aufzufinden war, während bei Embryonen sich feine Fädchen zeigten, die als Reste eines solchen gedeutet werden konnten.

Sicheren Aufschluss ergiebt mir nun die vorliegende Serie des kleinen Delphinembryos. Auf Fig. 6, Taf. XXIII, sehen wir den Querschnitt durch die hintere obere Höhle, die knorpelige Nasenscheidewand hat sich stark verbreitert, und es treten sehr deutlich die seitlichen Nasenwände auf. Auf dem nächstfolgenden Schnitt, Fig. 7, sehen wir, wie die Nasenscheidewand mit den seitlichen Nasenwänden zusammengeflossen ist zu einer breiten Masse, dem Siebbein, von dem beide Bildungen ihren Ursprung nehmen. Die obere hintere Höhle ist verschwunden, aber schon auf den letzten Schnitten, in denen sie jederseits vorhanden war, liessen sich um sie herum unregelmässig gelagerte Querschnitte dunkel gefärbter Faserzüge unterscheiden, die hinter dem Boden der Höhle sehr viel stärker auftreten und sich allmählich zu immer dickeren Strängen vereinigen. Auf Fig. 7 sehen wir, wie diese Stränge inmitten des knorpeligen Ethmoids in Bindegewebe eingelagert sind. Die fraglichen Faserzüge halte ich nun für zugehörig zum N. olfactorius. Verfolgen wir sie weiter nach hinten, so sehen wir, wie sie hinter dem Ethmoid zusammentreten zu zwei rundlichen Massen, welche von der Basalfläche der Grosshirnhemisphären entspringen (Fig. 8). Wir haben in ihnen die Lobi olfactorii vor uns, eine Annahme, die durch die histologische Structur der betreffenden Organe, besonders durch die Anwesenheit der so charakteristischen Glomeruli, eine weitere Stütze erhält.

Wir haben somit gesehen, dass beim jungen Delphinembryo wohl ausgebildete Lobi wie Nervi olfactorii vorkommen, während beim Erwachsenen nichts mehr davon zu sehen ist. Diese Thatsache ist um so auffälliger, als ein derartiges embryonales Auftreten später gänzlich rudimentär werdender Organe, speciell beim Nervensystem noch nicht in so typischer Weise beobachtet worden ist.

Zunächst lässt sich aus dem Befunde folgern, dass die keine Geruchsnerven besitzenden Zahnwale solche erst in später Zeit verloren haben, dann aber auch, dass die obere hintere Höhle der Zahnwalnase, an welche diese embryonalen Geruchsnerven ziehen, der Regio olfactoria der anderen Säugethiere, also dem oberen Nasenraum entspricht.

Es fragt sich nun, ob im oberen Nasenraum nicht noch Reste von Riechmuscheln vorkommen. Da diese eine Neuerwerbung innerhalb der Säugethierklasse darstellen, so treten sie embryologisch spät auf und sind daher an kleinen Embryonen nicht zu finden. Betrachtet man aber den oberen Nasenraum des grossen, vorhin beschriebenen *Phocaena*-Embryos, so wird man deutliche Reste der Siebbeinmuscheln noch auffinden. Ich habe versucht, sie in Fig. 2, Taf. XXI, sichtbar zu machen, indem ich die einzelnen Theile auseinanderdrängte, wodurch ein Einblick in Verhältnisse der Nasenhöhlen möglich ward. An der um das Doppelte vergrösserten Abbildung 3, Taf. XXI, sehen wir die Riechwülste noch viel deutlicher. Der erste springt mit einer vorderen Kante weit in das Nasenlumen vor. Es ist dies dieselbe Kante, welche als hintere Klappe bezeichnet wird. Zwischen erster und zweiter Siebbeinmuschel liegt eine tiefe Rinne. Die zweite Muschel ist bei weitem umfangreicher, auch sie sendet eine scharfe Kante nach vorn. In der Mitte ihrer Oberfläche befindliche Gruben sind wohl aufzufassen als die letzten Andeutungen einer Verschmelzung dieses grossen Gebildes aus kleineren. Mit einer deutlichen Rinne endigt die zweite Muschel, die zugleich die hinterste ist. Ihre untere Basis enthält eine kleine Höhle, die sich an der Seitenwand des Nasenraumes etwas nach vorn zu fortsetzt und auf beiden Seiten blind endigt. Sie ist nicht zu verwechseln mit der vorderen oberen Nebenhöhle. Am Grunde der Rinne zwischen erster und zweiter Siebbeinmuschel befindet

sich ein Loch, welches in einen Canal führt. Verfolgen wir den Canal weiter, so sehen wir, wie er um den gesammten Nasenraum herumbiegt und sich noch ein Stück nach vorne zieht, um hier in einer kleinen Aussackung zu endigen (Fig. 2). Letztere wurde von v. Baer die vordere obere Höhle genannt.

Die vordere obere Höhle communicirt also nicht mit dem Nasenraum direct, sondern nur mit der Regio olfactoria durch einen um den Nasenraum sich herumschlingenden Canal.

Vorgreifend will ich bemerken, dass diese beiden von der hinteren oberen Höhle nach vorne ziehenden Canäle bei allen kleineren Embryonen fehlen, dass sie also Erwerbungen darstellen, welche erst in späterer Zeit hinzugekommen sind, ähnlich wie die sogenannten Spritzsäcke.

Die Nebenhöhlen der Zahnwalnase sind also morphologisch durchaus ungleichwerthig. Die oberen hinteren Nebenhöhlen stellen die Regio olfactoria dar, ihre Fortsetzung nach vorn, die vorderen unteren Nebenhöhlen sind die mehr und mehr obliterirenden Reste der ursprünglichen Nasenhöhle, und die seitlichen Spritzsäcke, sowie die vorderen oberen Nebenhöhlen sind neu hinzugekommene Erwerbungen.

Nachdem wir nunmehr den Charakter der hinteren oberen Nebenhöhle als Regio olfactoria festgestellt haben, vermögen wir auch die vordere Siebbeinmuschel, welche den oberen Nasenraum von der respiratorischen Region abschliesst, als Nasoturbinale zu bezeichnen.

Was sind nun aber jene schon erwähnten Knorpelmassen, welche, vom Siebbein kommend, das Nasenlumen umfassen und, dicht an die mediane Nasenscheidewand angelagert, ein Stück weit nach vorn ziehen? v. Baer hatte sie als untere Muschel bezeichnet, dagegen spricht aber sehr Vieles, und ich glaube vielmehr, dass es richtiger ist, sie mit den Resten der seitlichen Nasenwände der Nase zu homologisiren. Wir werden später in der Lage sein, die Richtigkeit dieser Behauptung nachzuweisen, jetzt wollen wir nur annehmen, dass sowohl das Dach wie die seitlichen Nasenwände durch die starke Umbildung verloren gegangen sind, bis auf einen Rest, welcher in Gestalt zweier Knorpelspangen dem oberen Rande der knöchernen Umgebung der Nasenhöhle auflagert und vorn sogar beträchtlich anschwillt.

Nunmehr gehen wir dazu über, die Nasenräume näher zu betrachten, deren Homologisirung nach der Feststellung der Nasenknorpel viel leichter fällt. Den gemeinsamen vorderen Nasenraum haben wir bereits als eine Neuerwerbung kennen gelernt, und es folgen auf ihn die beiden nach abwärts ziehenden Canäle, welche durch die nach oben und hinten vorspringende sog. vordere Klappe und weiter unten durch die Nasenscheidewand von einander getrennt sind. An ihrem unteren Ende, welches über der seitlichen Nasenwand gelegen ist, verbreitern sich die beiden Canäle etwas in horizontaler Richtung, und dieser verbreiterte Spalt zieht ein kurzes Stück nach vorn. Es wird dadurch die erste Anlage jener Aussackung gegeben, welche wir bei dem erwachsenen Thiere als vordere untere Nebenhöhle kennen gelernt hatten. Bei vorliegendem Embryo ist sie kaum angedeutet, während sie beim erwachsenen Thiere recht bedeutend wird. Wie sollen wir uns nun diese Höhle erklären?

Sie ist nichts anderes als ein Rest der ursprünglich viel geräumigeren Nasenhöhle, welche aber von vorn her durch das Einwachsen der vorderen Gewebspartieen so stark verengert wurde. Nur an einer Stelle fand dieses Wachsthum nicht statt, und so entwickelte sich die vordere untere Nebenhöhle.

Aus dieser Schilderung der Organisation der Delphinnase ersehen wir, dass die Regio olfactoria ihre ursprüngliche Lage noch annähernd beibehalten hat, während der respiratorische Theil eine vollkommene Verschiebung erlitten hat.

Welche Factoren diese Verlagerung nach dem Scheitel zu bewirkt haben, hat uns die Entwickelungsgeschichte gezeigt, es ist, wie schon gesagt, das starke Wachsthum der zwischen Nasenhöhle und

Mundhöhle gelegenen Gewebspartien, welches besonders kräftig an der zwischen äusseren Nasenöffnung und Kieferspitze befindlichen Strecke stattfand.

Dadurch wurde einerseits eine immer länger werdende Schnabelpartie ausgebildet, und dadurch schon der Zwischenraum zwischen Nasenröhre und vorderer Kieferspitze grösser, andererseits fand aber auch das Wachsthum dieser Partieen nach der entgegengesetzten Seite statt und verengerte das Lumen der Nase ganz bedeutend. Nur die obere, resp. hintere Wandung der ursprünglichen Säugethiernase blieb bestehen, die untere wurde von dem sich darunter entwickelnden Gewebe nach oben geschoben, und so fand die Reduction des Lumens speciell des vorderen Nasenraumes in der Art statt, dass der unter dem ehemaligen Maxilloturbinale gelegene Theil der Nase, der vordere Theil des unteren Nasenganges, vollkommen verschwand.

Ein Beweis dieser eben entwickelten Auffassung würde es sein, wenn es gelingen würde, Reste des Maxilloturbinale in dem vor dem gemeinschaftlichen Nasenraum gelegenen Gewebe, also seiner vorderen Wandung aufzufinden.

Vorausgreifend will ich bemerken, dass mir dies gelungen ist, und dass also damit der Beweis geliefert worden ist, dass der vordere Nasenraum der Zahnwale nur dem oberen Theil des vorderen Nasenraumes der Säugethiere entspricht.

Eine besonders starke Einwucherung in das Nasenlumen ist die sogenannte vordere Klappe. Bei kleinen Embryonen noch wenig entwickelt, gewinnt sie bei zunehmendem Alter bedeutend an Mächtigkeit und verschliesst bei Nichtaction der betreffenden Musculatur einen jeden der beiden Nasencanäle ganz vollkommen.

Es bleibt nunmehr nur noch übrig, den hinteren resp. unteren Raum der Zahnwalnase näher ins Auge zu fassen. Hinter der vorderen Nasenmuschel beginnend, ziehen sich zwei Canäle nach hinten, die, in ihrem oberen Theile durch die Nasenscheidewand und den Vomer getrennt, sich in ihrem unteren Theile zu einer geräumigen unpaaren Höhle vereinigen (s. Fig. 2, Taf. XXI). Es unterliegt keinem Zweifel, dass die beiden zur Rachenhöhle ziehenden Canäle den Choanen der übrigen Säugethiere homolog sind. Betrachten wir die Verhältnisse an den Querschnitten durch den kleinen Delphinembryo, so sehen wir, wie bereits auf Fig. 5, Taf. XXIII die beiden Choanen getroffen sind. Sie sind hier noch im Zusammenhang mit der darüber liegenden vorderen Nasenhöhle, auf Fig 6 sind sie von ihr getrennt, und auf Fig. 7 haben sie ihr Ende in dem unpaaren unteren Raume gefunden. Die Wandungen der Choanen sind in ihrer oberen Hälfte glatt, in der unteren mit Drüsen besetzt, deren Oeffnungen sehr weit und schon mit blossem Auge deutlich sichtbar sind. Die Einmündung der Tuba Eustachii in die Choanen hat beim Braunfisch bereits v. Baer beschrieben. Die Einmündung erfolgt etwas über der Mitte der Choane und ist von einem schwachen Wulste umgeben. Aehnlich fand ich sie auch bei dem grossen *Phocaena*-Embryo, bei dem kleinen *Delphin*-Embryo dagegen lagen sie anders, hier fanden sie sich nicht in den Choanen, sondern in den oberen seitlichen Winkeln des gemeinsamen, unter dem Vomer liegenden Hohlraumes. Was diesen Hohlraum anbetrifft, so haben wir ihn aufzufassen als einen verlängerten gemeinsamen Theil der Choanen, der in Anpassung an die eigenthümliche Umformung des Larynx entstanden ist. — Die obere Wandung entspricht eigentlich der Decke der Rachenhöhle anderer Säugethiere, den Hauptantheil an der Höhlenbildung haben die sich stark entwickelnden Pterygoide.

Somit haben wir in den beiden uns vorliegenden Objecten, dem kleinen Delphinembryo und dem grossen Braunfischembryo, alle wesentlichen Theile der Säugethiernase wieder auffinden können, und es gilt jetzt, diese Angaben durch Untersuchung anderer Embryonen zu sichern und zu erweitern.

Nehmen wir zunächst einen kleinen Embryo von *Phocaena communis* von 13,4 cm. Rückenlänge. Gegenüber dem kleinen Delphinembryo ist die Entwickelung schon weit vorangeschritten, der Ver-

knöcherungsprocess hat auch den unter der knorpeligen Nasenscheidewand liegenden Vomer ergriffen, und ebenso sind Zwischen- und Oberkiefer stark verknöchert. Die Bilder sind im grossen und ganzen denen ähnlich, welche ich Tafel XXIII von dem kleinen Delphinembryo gegeben habe. Von Unterschieden finde ich folgende. Der zu beiden Seiten der Nasenscheidewand nach vorn ziehende Knorpel liegt ihr sehr dicht an, ohne dass es indessen zu einer Verschmelzung kommt. Bald treten die ersten Querschnitte der Nasenhöhle auf, und zwar sind es die über den beiden Nasenmuscheln liegenden, sich nach vorn ziehenden, vorderen unteren Nebenhöhlen, welche zuerst getroffen werden. Ihre Wandungen haben reichliches Pigment aufzuweisen, und schon dadurch documentiren sie sich als der vorderen Nasenregion zugehörig. Weiter nach hinten theilen sich die als seitliche Nasenwände zu bezeichnenden Knorpel in zwei Theile, von denen der eine seine Lage nicht verändert und, allmählich schmäler werdend, nach hinten zieht, der andere sich mehr seitwärts und nach oben begiebt. Eine weitere Differenzirung betrifft die vordere Klappe, sie ist viel weiter nach hinten gewachsen und hat somit den Nasenraum weiter nach hinten gedrängt, und ferner hat sich die mediane Nasenscheidewand weit mehr aus ihr zurückgezogen, als es bei dem kleinen Delphinembryo der Fall war. Bei letzterem sehen wir (Fig. 4, Taf. XXIII), wie der Knorpel der Nasenscheidewand am oberen Rande bereits durch Bindegewebe ersetzt wurde, in vorliegendem grösseren Embryo ist dieser Process weiter vorangeschritten, und wir sehen nur noch eine kleine Knorpelinsel in der vorderen Klappe liegen, welche nicht mehr in Continuität mit der darunter befindlichen Nasenscheidewand steht, sondern durch Bindegewebe von ihr getrennt ist.

Für den wichtigsten Fund an den Frontalschnitten des vorliegenden Embryo halte ich nun die Anwesenheit zweier Knorpelreste, welche sich in der Vorderwand des gemeinsamen vorderen Nasenraumes unterhalb der beiden seitlichen Spritzsäcke und in der oberen Hälfte der vorderen Klappe vorfinden. Diese beiden Knorpel können ihrer Lage nach nichts anderes als die letzten Reste der beiden Maxilloturbinalia sein, die, wenn unsere Homologisirungen richtig waren, an dieser Stelle liegen müssen.

Wir haben damit alle wesentlichen Theile der typischen Säugethiernase in der Cetaceennase wiedergefunden, das Ethmoid, die seitlichen Nasenwände, das Maxilloturbinale, das Nasoturbinale, die Ethmoturbinalia, die drei Nasenräume, den vorderen, oberen und hinteren, und haben gesehen, dass die Umwandlungen, welche die Cetaceennase betroffen haben, im Wesentlichen darin beruhen, dass eine schärfere Trennung der olfactorischen von der respiratorischen Region erfolgt ist, und dass die letztere durch secundäre Ausbildung der bedeutenden Schnabelpartie eine vollkommene Verlagerung erleidet, während erstere fast gänzlich rudimentär wird.

Wir haben bis jetzt die Nase von *Phocaena communis* und vom *Delphin*-Embryo kennen gelernt und volle Uebereinstimmung in ihrem Bau gefunden. Auch die Nase der anderen Delphiniden ist ebenso gebaut. So giebt Murie Beschreibungen der Nase von *Lagenorhynchus* [1]), *Grampus* [2]) und *Globiocephalus* [3]), welche besonders im Vorhandensein und der Lagerung der Nebenhöhlen der Nase ganz die gleichen Verhältnisse aufzuweisen haben. Die Bezeichnung ist eine etwas andere. Unsere vordere untere Nebenhöhle heisst bei Murie »Premaxillary sac«, die lateralen Spritzsäcke »Maxillary sac«, die hintere obere Nebenhöhle »Naso-frontal sac« und der davon ausgehende nach vorn ziehende Canal, unsere vordere obere Höhle, »facial division of the Naso-frontal sac«. Diese Bezeichnung wird auch von Anderson [4]) in seiner kurzen Beschreibung der Nase von *Platanista gangetica* gebraucht.

1) Murie, Journ. Linn. Soc. 1870.
2) On Risso's Grampus. Journal of Anat. u. Phys. 1871. p. 124.
3) On the organization of the Caaing Whale. Transact. Zool. Soc. Vol. VIII. 1873.
4) Anderson, l. c. p. 451.

Eigene Untersuchungen an Embryonen von *Globiocephalus* ergaben mir die volle Uebereinstimmung im Bau und in der Entwickelung der Nase mit den bisher beschriebenen *Phocaena*- und *Delphinus*-Embryonen.

Gewisse Abweichungen bot mir die Nase von *Beluga leucas*. Von Embryonen des Weisswales standen mir mehrere Frontalschnittserien durch den Kopf zur Verfügung, deren Ergebnisse ich durch Präparation der Nase grösserer Embryonen controliren konnte. Fig. 4, Taf. XXI, zeigt einen Medianschnitt durch die Nasenregion eines Embryos von circa 25 cm. Länge. Die stark entwickelte Nasenscheidewand ist über dem Nasencanal abgehoben worden, so dass der letztere vollkommen frei sichtbar wird. Schon ein oberflächlicher Vergleich mit dem grossen *Phocaena*-Embryo zeigt uns, dass auch hier, wie wir das schon bei anderen kleinen Delphinidenembryonen gesehen hatten, der vordere gemeinsame Nasenraum im Verhältnis zu den übrigen Theilen der Nase ein sehr kleiner ist. Die beiden Ränder der äusseren lippenartigen Einfassungen der Nasenöffnung stossen dicht aneinander und reduciren das Lumen des vorderen gemeinsamen Nasenraumes vollkommen. Wodurch das Aneinanderpressen der beiden Lippen bewirkt wird, lässt sich an dem Medianschnitt leicht erkennen. Von der über und seitlich von der Nasenscheidewand liegenden, in die vordere Lippe ziehenden Musculatur zweigt sich nämlich ein medianes Bündel ab, welches sich an der Hinterwand des vorderen gemeinsamen Nasenraums entlang nach oben in die hintere Lippe begiebt, so dass also dadurch ein Aneinanderpressen beider Lippen und ein Verschluss der äusseren Nasenöffnung erfolgt.

Unterhalb des vorderen gemeinsamen Nasenraumes springt die vordere abgerundete Klappe ins Lumen eines jeden der beiden nunmehr getrennten Nasengänge vor. Unter ihr liegt jederseits die vordere untere Nebenhöhle, welche eine ziemliche Ausdehnung nach vorn besitzt, sie setzt sich nach hinten zu in die hintere obere Nasenhöhle fort, welche ihren Character als Regio olfactoria bereits äusserlich zu erkennen giebt, durch die erste Anlage einer Siebbeinmuschel.

Diese Siebbeinmuschel wird durch die sogenannte hintere Klappe repräsentirt und ist homolog dem Nasoturbinale. Ferner geht vom Ethmoid eine Knorpelspange jederseits ab, umfasst den Nasengang als wulstige Erhebung und endigt in deren Vorderwand unterhalb der vorderen unteren Nebenhöhle mit starker Auftreibung. Wie wir bereits erkannt haben, ist es der Rest der seitlichen Nasenwand. Auf Schnitten sieht man deutlich seine knorpelige Structur, und auch durch Präparation (Fig. 5, Taf. XXI) vermochte ich beide Knorpelspangen freizulegen.

Die Hinterwand der oberen hinteren Nebenhöhle wird von einer eigenen Knorpelplatte begrenzt, welche sich in ihrem oberen Theile ein Stück um den Hohlraum herumschlägt und nach vorne zieht. Wir haben hier unzweifelhaft das Ethmoid und in seinen nach vorn umgeschlagenen Theilen den Rest des ursprünglichen, knorpeligen Nasendaches vor uns, das, wie Fig. 5 besonders gut zeigt, nach vorn vorspringt und sich mit dem Knorpel der medianen Nasenscheidewand vereinigt.

Von den anderen Nebenhöhlen konnte ich durch Präparation nichts auffinden, und die angefertigten Schnittserien ergaben mir, dass bei älteren Embryonen die seitlichen Nebenhöhlen, die Spritzsäcke (»maxillary sacs« von Murie) als ganz unbedeutende seitliche Ausbuchtungen des gemeinsamen vorderen Nasenraums vorhanden waren, während von dem, von der hinteren oberen Nasenhöhle ausgehenden, nach vorn ziehenden Canal, welcher die Nasengänge umgreift, also der vorderen oberen Nebenhöhle, gar nichts zu sehen war.

Der übrige Theil der Nasenräume, welcher bei weitem der grösste ist, besteht aus den hinter, resp. unter den seitlichen Nasenwänden gelegenen beiden Nasengängen, die, den Choanen der übrigen Säugethiere homolog, an der Vorderwand der Schädelkapsel nach unten und hinten ziehen und sich endlich

zur Bildung eines gemeinsamen Raumes vereinigen, in welchen der langausgezogene Larynx wie der Stempel einer Spritze hineinpasst. Dieser untere gemeinsame Hohlraum, sowie die Seitenwände der unteren Hälfte der Choanen sind mit Drüsenöffnungen besetzt, welche, in Reihen sehr dicht bei einander stehend, schon mit blossem Auge sichtbar sind.

Nachdem wir so alle wesentlichen Theile der typischen Säugethiernase bei den Delphiniden wiedergefunden haben, entsteht noch die Frage, ob nicht auch bei ihnen, wenigstens im Embryonalleben, Reste des JACOBSON'schen Organes vorkommen. Eine überraschende Beantwortung erfährt diese Frage in WIEDERSHEIM's Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, wo es p. 400 von den JACOBSON'schen Organen heisst: »Bei Cetaceen, wo sie rudimentär sind, hat sie M. WEBER nachgewiesen«. Diesen Nachweis vermag ich aber nirgends zu finden, nur an einer Stelle spricht WEBER [1]) von den Rudimenten der STENSON'schen Gänge, nirgends aber von denen der JACOBSON'schen Organe, und er kann das auch gar nicht gethan haben, weil sich von letzteren keine Spur mehr vorfindet. Nur die Cartil. Jacobsonii könnten sich vielleicht erhalten haben. Wenn wir SCHWINK's [2]) trefflichen Auseinandersetzungen über diesen Gegenstand folgen, so ist die Beziehung des JACOBSON'schen Organes zum Nasengaumengang eine durchaus secundäre, und speciell von der Cartilago Jacobsonii giebt er an, dass sie vorn entweder indirect durch den Processus cartilagineus posterior der seitlichen Nasenwand oder direct mit dem knorpeligen Nasenseptum in Verbindung tritt.

Erinnern wir uns nun, dass die äussere Nasenöffnung der Zahnwale ursprünglich ebenfalls vorn an der Kieferspitze lag, und dass die secundäre Lageveränderung scheitelwärts dadurch zu Stande kommt, dass die zwischen äusserer Nasenöffnung, Kieferspitze und dem Gaumen gelegene Partie ein ausserordentlich starkes Wachsthum zeigt und durch Ausbildung eines weit vorspringenden Schnabels sowohl den basalen Theil der knorpeligen Nasenscheidewand als auch die Gaumenmündungen der STENSON'schen Gänge weit nach vorne zu mitnimmt, dass also die Lagerung der beiden eine secundäre ist, so werden wir die Cartilago Jacobsonii da zu suchen haben, wo sich die äussere Nasenöffnung befindet, und zwar etwas oberhalb und seitlich von dem vordersten, in diesem Falle obersten Theile der Nasenscheidewand.

Aber auch hier fehlen sie, man müsste denn ein isolirtes rundliches Knorpelelement, welches aber mit der knorpeligen Nasenscheidewand durch dichtes Bindegewebe verbunden ist, für das Verschmelzungsproduct beider halten. Vielleicht sind in diesem Knorpel, der, seiner Entstehung nach, als ein bei dem Schwunde des obersten Theiles der Nasenscheidewand zurückgebliebenes Stück der letzteren anzusehen ist, die beiden JACOBSON'schen Knorpel mit enthalten, so dass durch die dadurch erhaltene Verstärkung dieser Theil der Reduction mehr Widerstand entgegensetzen konnte, als der darunter liegende, einen Beweis dafür haben wir aber nicht, und auf jeden Fall ist WIEDERSHEIM's Behauptung von dem Vorkommen rudimentärer JACOBSON'scher Organe zunächst für die Zahnwale durchaus unbegründet.

Wie uns die Entwickelungsgeschichte zeigte, sind von den sog. Nebenhöhlen der Zahnwalnase zwei Paar als ursprüngliche Bildungen anzusprechen, einmal die hintere obere Nebenhöhle, die wir als den typischen oberen Nasenraum, die Regio olfactoria, der Säugethiere feststellen konnten, dann die vordere untere Nebenhöhle, welche ursprünglich nur ein Theil des mittleren Nasenganges ist, der aber durch das Einwachsen der vorderen Klappe in das Nasenlumen auf diese Spalte reducirt wurde. Beide finden sich bei Embryonen in grösserer Ausbildung vor, als bei erwachsenen, und sie würden längst vollkommen verschwunden sein, wenn sie nicht eine ganz neue, aus dem Wasserleben der Zahnwale resultirende Function übernommen hätten, welche ich später eingehender darlegen werde. Anders verhält es sich mit den beiden anderen Nebenhöhlen, den sogenannten Spritzsäcken (maxillary sacs) und den von der Regio olfactoria

1) WEBER, Studien über Säugethiere. 1886. p. 145.
2) F. SCHWINK, Ueber den Zwischenkiefer und seine Nachbarorgane bei Säugethieren. München 1888.

nach vorn ziehenden beiden Canälen, unseren vorderen oberen Nebenhöhlen (den naso-facial divisions des naso-frontal sac MURIE's). Beide Bildungen finden sich bei kleineren Embryonen nicht vor, sie erscheinen erst später, und die vorderen oberen Canäle können überhaupt fehlen (z. B. bei *Globiocephalus melas*). Es sind also, ebenso wie der erst allmählich sich ausbildende gemeinsame vordere Nasenraum, Erwerbungen späterer Zeit, und wir gehen nicht fehl, wenn wir sie als Anpassungen an das Wasserleben der Zahnwale betrachten.

MURIE, der sich sehr eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat, glaubt bei gewissen Wiederkäuern, so besonders der Saiga-Antilope Homologa dieser Nebenhöhlen der Cetaceennase aufgefunden zu haben. Auch bei diesem Thiere, wie auch dem Tapire finden sich Aussackungen des vorderen Nasenraumes, die eine ähnliche Lagerung aufzuweisen haben, doch kann meiner Ansicht nach von einer wirklichen Homologie keine Rede sein, es sind eben nur ähnliche Bildungen, die ebenfalls secundär entstanden sind und sich nur in der rein äusserlichen Lagebeziehung mit denen der Zahnwale vergleichen lassen.

Dass die betreffenden Nebenhöhlen der Zahnwale secundäre Bildungen sind, ergiebt sich einmal unzweifelhaft aus der Entwickelungsgeschichte, dann aber auch aus ihrer Function, zu deren Besprechung wir nunmehr übergehen wollen.

Welche Function das Spritzloch der Wale besitzt, ist eine Frage, welche seit langer Zeit die Naturforscher beschäftigt hat, und welche noch heute nicht in allen Punkten gelöst ist. Es ist sehr lehrreich, die geschichtliche Entwickelung unserer heutigen Kenntnisse über diesen Gegenstand etwas eingehender zu verfolgen, weil sich nirgends so klar wie hier zeigt, wie ein alter Irrthum immer wieder die richtige Auffassung besiegen und sich noch bis in die neuere Zeit hinein behaupten kann.

Blättern wir in den alten Wallfischbüchern eines MARTENS, ZORGDRAGER u. A., so werden wir die Wale stets abgebildet finden mit ein oder zwei aus dem Vorderkopf emporsteigenden Springbrunnen, welche eine ganz beträchtliche Höhe von 30—40 Fuss erreichen sollen. Nach dieser altüberlieferten Auffassung der damaligen Zeit waren die Spritzlöcher Canäle, aus denen das verschluckte Wasser mit grosser Gewalt ausgepresst wurde. Ganz allgemein wurde diese Auffassung getheilt, nicht nur von Schriftstellern, welche derartige Angaben gläubig übernahmen (LACÉPÈDE z. B. behauptet, das Ausstossen des Wassers gehe mit einem Geräusch vor sich, wie das Abfeuern einer Kanone von ziemlich starkem Caliber), sondern auch von den Grönlandsfahrern selbst, welche doch reichlich Gelegenheit gehabt hätten, sich von dem Irrthum zu überzeugen. Nur einer der letzteren, der um die Erforschung der Arctis so hochverdiente SCORESBY [1]), giebt ausdrücklich an, dass die Wale kein Wasser, sondern nur mit feuchtem Schleim vermischten Dunst ausblasen, und Wasser nur dann ausgestossen werde, wenn das Ausathmen unter Wasser vorgenommen werde. Leider fand seine Beobachtung gar keine Würdigung unter den Naturforschern der damaligen Zeit.

Mit dem grossen Irrthum, dass die Wale Wasser ausspritzten, ging ein anderer Hand in Hand, dass nämlich die Spritzlöcher der Wale accessorische Bildungen wären, und dass sich die eigentliche Nase an der Spitze der Schnauze befinde, wo zuweilen kleine Grübchen vorkommen, in welchen beim jungen Thiere die bekannten Borsten sitzen.

Letzterer Irrthum wurde beseitigt, als besonders durch CUVIER eine anatomische Untersuchung der Spritzlöcher unternommen und gezeigt wurde, dass sie der Nase der übrigen Säugethiere homolog seien.

---

1) SCORESBY, Account on the arctic regions with a history and description of the northern whale-fishery. Vol. I. p. 456.

K. E. v. Baer [1]) ist der erste, welcher das Verdienst hat, auf die Haltlosigkeit dieser Ansicht hingewiesen zu haben. Auf die anatomische Untersuchung der Braunfischnase sich stützend, zeigte er die Unmöglichkeit des Wassereindringens in das Organ und wies überzeugend nach, dass die angeblichen Fontänen nur Athemluft sein könnten, welche sich in der kalten Umgebung verdichteten und als weisse Dampfstrahlen sichtbar seien.

Auf Scoresby's Angaben verweisend, wendet er sich gegen spätere Beobachter, welche das Gegentheil behaupten und tritt besonders den von Desmoulins herangezogenen Beobachtungen von Quoy und Gaimard [2]) entgegen: »Quoy und Gaimard nämlich haben gesehen, dass beim Ausathmen wirklich, wie Scoresby behauptet, kein Wasser ausgestossen wird, sondern Dampf. (Sollte man nicht glauben, es habe noch des Beweises bedurft, dass die Wallfische nicht Wasser ausathmen!) Herr Quoy hat aber auch bemerkt, dass sie Wasserfontänen steigen lassen, und zwar vorzüglich während eines Sturmes, weil dieser die Wasserschichten untereinander mischt und mehr Medusen und Mollusken an die Oberfläche steigen lässt — und also hängt das Wasserspritzen mit dem Schlucken zusammen. — Wie schlau! Was sollen nun all die schönen Sachen, denen der Wallfisch nachjagt, ihm nützen, wenn er sie gleich wieder aus der Nase heraustreibt?«

Man hätte meinen sollen, dass dieses kräftige Argument v. Baer's allein genügt hätte, um das alte Vorurtheil von den Wasserfontänen der Wale endgültig zu beseitigen; dass dem aber nicht so ist, ersehen wir bereits aus dem nächsten grösseren Cetaceenwerke, dem von Rapp [3]): »Die Nase dient den Cetaceen zum Ausstossen des Wassers«, so beginnt Rapp den Abschnitt über deren Function. Wie dies geschieht, erklärt er folgendermaassen: »Die membranos-musculosen Beutel nehmen das Wasser aus der knöchernen Nasenhöhle auf und treiben es durch die äussere Nasenöffnung.« Dass es keinem Zweifel unterworfen ist, dass die Cetaceen tropfbar-flüssiges Wasser aus den Nasenhöhlen ausstossen, dafür bürgen ihm die kurz vorher angestellten Beobachtungen von Quoy und Gaimard, Faber [4]) und Meyen [5]). Besonders die Faber'sche Beobachtung, nach welcher ein gestrandeter Finwal, von dem nur das Maul im Wasser verblieb, beständig Wasser durch die Spritzlöcher austrieb, erscheint ihm wichtig, im Hinblick auf die von Geoffroy S. Hilaire [6]), Roussel de Vauzème [7]) und Küster [8]) aufgestellte Hypothese, dass das ausgespritzte Wasser nicht vom Munde, sondern von der Nase selbst aufgenommen werde.

Auch andere Autoren behaupteten, sich durch Autopsie von dem Ausstossen des Wassers überzeugt zu haben, wie z. B. Sandifort [9]), und so konnte es kommen, dass v. Baer's Einwürfe mehr und mehr in Vergessenheit geriethen, und das Wasserspritzen der Wale wieder so fest stand wie je. Die ersten, die von Neuem daran zu zweifeln wagten, waren Beale [10]) und später Stannius [11]), die Scoresby's Annahme für die wahrscheinlichste hielten, aber schon ein paar Jahre darauf erschien eine neue Arbeit über diesen Gegenstand von Francis Sibson [12]), in welcher der Autor zu beweisen unternimmt, dass das, was von den Walen durch die Spritzlöcher ausgestossen werde, Seewasser sei, welches aus dem Magen erbrochen werde!

---

1) Oken's Isis 1826.
2) L. de Freycinet, Voyage autour du monde. Zoologie par M. Quoy et Gaimard. Paris 1824. p. 77.
3) Rapp, Die Cetaceen zoologisch-anatomisch dargestellt. 1837. p. 108.
4) Isis. Bd. XX. p. 858.
5) Reise um die Erde. Berlin 1834. I. Th. p. 141.
6) Annales des Sciences nat. Tome VI. p. 340.
7) Ann. des Sciences nat. 1834. p. 125.
8) Beobachtungen über das Wasseraussprit zen der Cetaceen. Isis 1835. p. 86.
9) Sandifort, Bijdragen tot de ontleedk. kennis der Valvischen. Amsterdam 1831. p. 31.
10) Beale, The natural history of the Sperm-whale. London 1839. p. 16.
11) Lehrbuch der vergl. Anat. der Wirbelthiere. 1846. p. 397.
12) Philos. Transact. 1848. p. 117.

Was die thatsächlichen Beobachtungen anbetrifft, so standen der vereinzelten Stimme Scoresby's eine grosse Anzahl von Beobachtern gegenüber, welche sich für das Wasserspritzen aussprachen. Erst durch Holböll, dessen Privatmittheilungen aus Grönland in Eschricht's [1]) grossem Werke erschienen sind, wurde von Neuem behauptet, dass die Spritzlöcher nur Athemluft ausstossen: »Bei den Naturforschern scheint die Frage noch immer nicht entschieden zu sein, ob die Walthiere Wasser spritzen oder nicht. Nachdem ich achtzehn Sommer hier im Lande zugebracht habe, von denen keiner verstrichen ist, ohne dass ich nicht Hunderte von den grossen Cetaceen beobachtet hätte, glaube ich ein gewisses Recht zu haben, mich über diese Frage zu äussern, und dies um so mehr, als ich sie schon lange zum Gegenstande meiner besonderen Aufmerksamkeit gemacht habe. Als Resultat meiner Beobachtungen kann ich aussprechen, dass alles, was man aus den Blaselöchern kommen sieht, wenn das Thier nicht gefährlich verwundet worden ist, nur sein Athem sei, also Luft mit Wasserdampf geschwängert.« Ferner theilt er mit, dass auch die Grönländer derselben Ansicht sind.

Die durch viele genaue Beobachtungen begründete Aussage Holböll's scheint für die Naturforscher ausschlaggebend gewesen zu sein. Für die Wahrscheinlichkeit, dass die vermeintliche Wassersäule nur Athemdampf ist, der durch Verdichtung sichtbar wird, treten nunmehr die Zoologen immer mehr ein, als einer der ersten van der Hoeven [2]), und heutzutage kann der alte Irrthum von den Wasserfontänen der Wale, wenigstens in wissenschaftlichen Kreisen, als beseitigt gelten. Nur in Troschel's Handbuch der Zoologie vom Jahre 1871 findet sich die alte Angabe noch vor: »die Nasenhöhle zu Spritzlöchern umgestaltet, um das mit der Nahrung verschluckte Wasser auszustossen.« Doch giebt Troschel zu, dass vielleicht bei manchen Arten nur Athemdampf ausgestossen werde.

Bis in unsere Zeit hat also dieser Jahrhunderte alte Irrthum fortgedauert, und seine Geschichte zeigt uns, mit welcher Zähigkeit sich oft veraltete Vorurtheile in der Wissenschaft halten können.

Es möchte überflüssig erscheinen, wenn ich meine eigenen Erfahrungen in dieser Hinsicht hier vorbringe, da sie die jetzt allgemeine Ansicht, dass nur Athemluft aus den Spritzlöchern herausgepresst werde, durchaus bestätigen; sie haben indessen einen gewissen Vorzug vor den fast ausschliesslich vom Schiffe und von immerhin grösseren Entfernungen gemachten früheren Beobachtungen, indem sie direct über dem Spritzloche lebender Wale angestellt sind. Im Jahre 1886 habe ich mich im ostgrönländischen Meere am Fange des auf hoher See lebenden *Hyperoodon rostratus* betheiligt. Die Jagd wurde von uns der Art betrieben, dass vermittelst einer Harpunkanone in den in der Nähe des Schiffes auftauchenden Wal eine schmiedeeiserne Harpune geschossen wurde, die ein Tau mit sich führte, so dass das Thier dadurch ans Schiff gefesselt war. Die Tödtung wurde vom Boote aus bewerkstelligt, indem der Wal, sobald er auftauchte, mit einer kleiner Handharpune nochmals harpunirt, und das Boot an deren Leine dicht an den Kopf des Thieres herangezogen wurde, worauf der vorn im Boote befindliche Mann durch Lanzenstiche, welche etwa 1 Meter hinter dem Spritzloch nach dem Rückenmark zu geführt wurden, den Wal tödtete. Es ergab sich dabei für mich die beste Gelegenheit, mit absoluter Sicherheit zu constatiren, dass dem Spritzloch nur mit grosser Gewalt ausgepresste Athemluft entströmte, und nur in den Fällen, in denen die grosse abgefeuerte Harpune die Lungen verletzt hatte, traten gleichzeitig blutige Massen mit heraus. Meine Beobachtungen zeigten mir ferner, dass auch der vordere Nasenraum nicht voll Wasser läuft, wie mehrfach behauptet worden, die äusseren Nasenlippen schliessen vielmehr dicht aneinander und werden erst aufgerissen, wenn der Scheitel des Wales ausser Wasser gelangt ist.

Es bleibt uns nunmehr noch übrig, die Functionen festzustellen, welche die einzelnen Theile der Delphinidennase haben.

1) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. 1849. Beilagen. Die Mittheilungen Capt. Holböll's stammen vom April 1840.

2) J. van der Hoeven, Naturgeschichte der Wirbelthiere. Leipzig 1852—56. p. 659.

Wie wir gesehen hatten, stellt sich das Organ ausschliesslich in den Dienst der respiratorischen Function, indem der Nervus olfactorius beim erwachsenen Thiere (ausgenommen die später zu besprechenden *Ziphioiden*) vollkommen schwindet. Trotzdem geht die Regio olfactoria nicht völlig verloren, sie passt sich einer neuen Function an, wie die anderen Nebenhöhlen der Nase.

Indem die nach oben aufsteigenden Nasengänge in ihrem unteren gemeinsamen Theile den Larynx fest umfassen, stellen sie eine directe Fortsetzung des Ausführweges des Athmungsorganes nach aussen vor. Der aus den Lungen emporgepresste Luftstrom geht also direct und ausschliesslich in die Nasengänge über und führt von da nach aussen. Das geschieht nun, wie die Beobachtung zeigt, mit grosser Gewalt. Der Wal bleibt oft nur kurze Zeit an der Oberfläche, um zu athmen, und muss sich in dieser Zeit einen genügenden Sauerstoffvorrath erwerben, um dann anhaltend tauchen zu können (nach einer genauen Beobachtung von mir tauchte ein *Hyperoodon rostratus* 45 Minuten). Ein enges Nasenrohr wäre daher durchaus unzweckmässig, da alsdann in kürzerer Zeit nicht genügend Luft herausgetrieben werden könnte.

Auf der anderen Seite tauchen aber die Wale nicht nur sehr anhaltend, sondern auch Hunderte von Metern tief, und den ungeheuren Wasserdruck, der alsdann eintritt, würde eine weite Nasenhöhle, die nur oben durch ein paar aneinander passende Lippen verschlossen ist, nicht vertragen können, es würde das Wasser hineindringen und, ohne Widerstand zu finden, in die Athmungsorgane laufen. Eine weite Nasenröhre wäre daher, von diesem Standpunkte aus gesehen, äusserst unzweckmässig.

Beide Forderungen werden nun von den Nasenräumen der Wale erfüllt, indem sie im Ruhezustande in ihrem oberen Theile vollkommen geschlossen sind und sich, wenn der Wal an die Oberfläche gelangt ist, zum Zwecke des Athemholens weit zu öffnen vermögen.

Machen wir uns zunächst einmal an *Phocaena communis* klar, wie ein Druck von oben auf die uns bekannten Nasenverhältnisse einwirkt (s. Fig. 51). Zunächst legt sich die vordere Lippe fest auf die Hinterwand an und wird von der dicht schliessenden Oberlippe etwas überdeckt, gleichzeitig verlieren die seitlichen Spritzsäcke (maxillary sacs) ihr Lumen vollständig, und deren Wandungen pressen sich dicht aneinander. Der Druck pflanzt sich weiter nach unten fort und wirkt auf die hintere Klappe, welche sowohl die hintere obere Nebenhöhle schliesst, als auch auf die vordere Klappe fest aufdrückt. Der Druck auf die vordere Klappe äussert sich auf zweierlei Art, einmal wird die vordere untere Nebenhöhle unter Verlust ihres Lumens vollkommen zusammengedrückt, und dann drückt die vordere Klappe auch etwas nach hinten und unten, und verschliesst die Nasencanäle vollständig. Tiefer hinab ist die Druckwirkung bedeutungslos, da nunmehr die beiden getrennt verlaufenden Nasengänge vom Knochen umschlossen werden.

Experimentell lässt sich sehr leicht an meinen Präparaten die Wirkung des von oben kommenden Druckes nachweisen. Der dadurch hergestellte Verschluss ist ein ausserordentlich dichter, zunächst sind es die beiden Lippen, welche sich schliessen, dann wird aber auch durch das Aneinanderpressen von vorderer und hinterer Klappe der gesammte äussere Nasenraum, unter Verlust seines Lumens, vollkommen geschlossen, und ferner wird noch die vordere Klappe jederseits in die obere Oeffnung der getrennten Nasengänge hineingepresst. Mit dem Schwinden des gemeinsamen Nasenraumes schwindet auch das Lumen der Nebenhöhlen. Je stärker der von oben kommende Druck ist, um so fester wird der Verschluss der Nase.

Können wir uns somit schon die eigenthümliche Umbildung des vorderen Nasenraumes der Zahnwale theilweise erklären, so wird uns ein noch besseres Verständnis dafür eröffnet, wenn wir uns die Wirkungsweise des Nasenapparates bei der Athmung veranschaulichen.

Cuvier, von der irrigen Idee des Wasserspritzens der Wale beherrscht, glaubte, dass die vordere Klappe nur durch einen von unten kommenden Stoss geöffnet werden könne, also durch den supponirten Wasserstrahl. Ueber die Function der Spritzsäcke stellte er die Vermuthung auf, dass das Wasser von unten her, durch Aufheben der Klappe in die Höhe und von da in die seitlichen Spritzsäcke gelange, von wo es gelegentlich durch Contraction ihrer Wände ausgetrieben werde. Gegen diese damals allgemein geltende Auffassung wandte sich bereits v. Baer, der mit guten Gründen nachwies, dass der Muskelapparat der Spritzsäcke mehr geeignet sei, sie zu erweitern, als sie zu contrahiren.

Volle Klarheit kann uns nur eine Kenntnis der Lage und Wirkungsweise der Musculatur bringen, welche sich an den Wandungen des vorderen Nasenraumes inserirt.

Während sich v. Baer dahin äusserte, dass die von ihm gefundenen 6 Muskellagen, welche als Modificationen der gewöhnlichen Nasenmuskeln der Säugethiere aufzufassen sind, zu einem einzigen Muskel gehörten, und während auch später Rapp [1]) und Stannius [2]) von einem das Nasenloch strahlenförmig umgebenden Muskel sprechen, hat Murie [3]) in eingehenderen Untersuchungen gezeigt, dass die Musculatur der Delphinnase einen complicirten Apparat darstellt.

Nachdem er in früheren Publicationen eingehend die Musculatur der Nase von *Lagenorhynchus* und von *Grampus Rissoanus* beschrieben hat, fasst er in der darauf folgenden Arbeit über *Globiocephalus melas* [4]) seine Meinung in folgenden Sätzen zusammen:

»As regards the action of the different layers in *Globiceps* etc., they are nearly identical in the several forms. The superior layer is a dilator of the blow-hole and compressor of the maxillary sac; the second sheet assists the first. The third set of fibres assimilates to the preceding in its use; but there is an additional mechanism of the parts induced by its upper anterior tendinous slip. This runs quite into the nasal blubber; and the fibres cross well over, so that, while creating tension of the fatty nodosity, a certain amount of backward pressure follows, and aid lent to the elastic fibrous cushion which usually keeps the commissure of the nasal orifice closed. The small, short, and semicircular muscle connected with the posterior canal acts as a retractor and compressor to it. What I have termed premaxillary or naso-labialis, while less fleshy in *G. melas* than in the old *Lagenorhynchus*, nevertheless offered more appearance of separation in the latter. The combined action, however, agrees, viz. protraction and retraction of the lips of the blow-hole, according as the longer anterior or shorter fan-shaped vertical fibres contract, and also, coincidently, compression or dilatation of the premaxillary sac.«

Ich habe Murie's Ansicht deshalb ausführlicher wiedergegeben, weil ich nicht im Besitze von Präparaten erwachsener Individuen bin, und diese allein zur Lösung der Frage herangezogen werden dürfen. Was ich an den von mir untersuchten Embryonen gesehen habe, stimmt damit im Wesentlichen überein, nur möchte ich besonders betonen, dass die in die vordere Klappe hineingehenden Muskelmassen ein Zurückziehen derselben bewirken, und dass die vorderen Nebenhöhlen in erster Linie dazu da sind, die zurückgegangene Masse der Klappe unter Verlust ihres Lumens in sich aufzunehmen. Darin scheint mir eine Hauptfunction der Nebenhöhlen zu bestehen, bei der starken Erweiterung der oberen Nasenhöhle zur Aufnahme der sich zurückziehenden, im Ruhezustand ins Nasenlumen vorspringenden Klappen zu dienen.

Kommt also der Wal, um zu athmen, an die Oberfläche, so treten die eben beschriebenen Muskeln in Action, und es wird jetzt eine weite Oeffnung erzeugt, wie sie zum schnellen Austausch der Athemluft

---

1) Rapp, Die Cetaceen. p. 106.
2) Stannius, Beschreibung der Muskeln des Tümmlers. Müller's Arch. f. Anat. 1849. p. 4.
3) Murie, Risso's Grampus. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 5. p. 127.
4) l. c. p. 247.

nothwendig ist. Damit in Uebereinstimmung steht auch der Bau der Haut der gemeinsamen vorderen Nasenhöhle, die durch eine Streifung eine grosse Elasticität erhält.

So haben wir also gesehen, wie die Nase der Zahnwale ihrer Function aufs Wunderbarste angepasst ist, und wie ihre Umformung aus der typischen Säugethiernase sich entwickelungsgeschichtlich bis ins Einzelne verfolgen lässt.

b) *Hyperoodon rostratus.*

Völlig abweichend von der Nase der Delphine scheint die des *Hyperoodon rostratus* gebaut. Ueber den Dögling existiren eine Anzahl theilweise sehr gründliche Studien, ich erinnere hier nur an die von Eschricht [1]), von Vrolik [2]) und ganz neuerdings von Bouvier [3]). Ueber das uns hier interessirende Organ finden wir aber bei keinem Autor etwas, und ich will daher gleich mit meinen eigenen Untersuchungen beginnen. Diese wurden in erster Linie angestellt an einem Embryo von 55 cm. Länge, durch dessen Kopf ein möglichst genauer Medianschnitt gelegt wurde.

Das Auffälligste, was sich zunächt an der Nase constatiren liess, war eine ganz enorme Asymmetrie. Die beiden Hälften des Schädels boten trotz der genauen medianen Messerführung einen ganz verschiedenartigen Anblick dar.

Zuvor möchte ich kurz noch einmal auf den merkwürdigen Schädelbau von *Hyperoodon* hinweisen. Die eigenthümliche Kopfform mit der steil abfallenden Stirnpartie und dem langen dünnen Schnabel kommt bekanntlich dadurch zu Stande, dass die Oberkieferbeine an der Wurzel des Schnabels zu zwei hohen, senkrechten Knochenkämmen anschwellen. Hinter ihnen steigen die Ober- und Zwischenkiefer von Neuem stark in die Höhe, und die Nasenhöhle mit ihrer äusseren Oeffnung kommt dazwischen, wie in einem tiefen Thal zu liegen.

Bei der Betrachtung des knöchernen Schädels des Erwachsenen fällt eine ungewöhnliche Asymmetrie auf, die besonders in der schiefen Stellung der knöchernen Nasenscheidewand ihren Ausdruck findet. Im Zusammenhange damit hat die rechte Hälfte der angrenzenden Knochen, besonders der Zwischenkiefer, wie das über der Nasenöffnung lagernde Nasenbeinpaar eine sehr viel beträchtlichere Grössenentwickelung erreicht als die linke.

Aeusserlich ist diese eigenthümliche Asymmetrie nicht zu erkennen. Die äussere Nasenöffnung liegt genau in der Mittellinie, und der mediane Schnitt, den ich durch den Kopf des grösseren Embryos gelegt habe, theilt die äussere Nasenöffnung vollkommen in zwei gleiche Hälften.

Um so überraschender war mir daher die Thatsache, dass die äussere Nasenöffnung sich nicht, wie man erwarten sollte, in zwei, sondern nur in einen Nasengang fortsetzt, und zwar in den der rechten Seite.

Auf Fig. 9, Tafel XXII, habe ich die rechte Seite, auf Fig. 10 derselben Tafel die linke des durch den Medianschnitt halbirten Kopfes abgebildet. Betrachten wir erstere Abbildung, so sehen wir, von der äusseren Nasenöffnung beginnend, wie der Nasengang fast senkrecht in die Tiefe zieht, bis er durch einen Knochenbalken unterbrochen wird, welcher, schräg von unten kommend, sich in die Nähe des Nasenbeines erstreckt. Dieser Skelettheil, der, wie ich vorausgreifend bemerken will, den rechten Zwischenkiefer repräsentirt, theilt aber nicht etwa, wie man, nach dieser Zeichnung zu urtheilen, wohl glauben möchte, die

1) Eschricht, l. c. 1848.
2) Vrolik, Natuur- en ontleedkundige Beschouwing van den *Hyperoodon*. Natuurkund. Verhand. van de Hollandsche Maatsch. der Wetenschappen. 1848.
3) Bouvier, l. c. 1892.

Nasenhöhle in eine obere und eine untere Abtheilung ab, sondern ist nur ein in das Nasenlumen ein gutes Stück vorspringender Wulst. An der linken Hälfte des Kopfes (Fig. 10, Tafel XXII) vermögen wir leichtlich zu erkennen, dass der Nasengang um diesen Wulst herum weiter in die Tiefe zieht. Weiter nach unten zu wird auf unserem Medianschnitt Fig. 9 der rechte Nasengang verdeckt durch die Nasenscheidewand sowie den Vomer, erst unterhalb des letzteren tritt er wieder auf, um in die gemeinsame untere Hälfte zu münden, welche von dem weit vorspringenden Kehlkopf fast völlig ausgefüllt wird. Brechen wir die den rechten Nasengang verdeckende Partie hinweg, so sehen wir (Fig. 12) eine ziemlich geräumige Erweiterung des Nasenganges, die besonders nach vorn zu einer taschenartigen Ausstülpung umgestaltet ist.

Wo bleibt nun der linke Nasengang? An der Mündung der Nase fanden wir nichts von ihm auf, und wir verfolgen ihn daher besser von unten. Nehmen wir die linke Medianhälfte des Kopfes zur Hand, und legen wir den in die gemeinsame untere Höhle mündenden Canal durch Wegnahme der Nasenscheidewand und des Vomer frei, so sehen wir, wie der linke Nasengang ebenfalls wohl ausgebildet ist und sich unter der Wandung des rechten nach oben begiebt. Der Medianschnitt der linken Seite (Fig. 10) zeigt uns also oben den oberen Theil des rechten Nasenganges, der allein zum Spritzloch zieht, und viel tiefer darunter den linken Nasengang. Um uns über den weiteren Verlauf des letzteren zu orientiren, machen wir folgende Präparation. Wir schneiden den gesammten oberen Theil des rechten Nasenganges heraus und erhalten dadurch folgendes Bild (Fig. 11). Der linke Nasengang ist jetzt vollkommen frei gelegt, wir sehen ihn weit nach oben ziehen, und dieselben Nebenhöhlen, welche wir später vom rechten Nasengange kennen lernen werden, zeigen sich auch hier.

Es fragt sich nun, ob der linke Nasengang vollkommen blind endigt, oder doch eine gewisse Communication mit dem rechten, und dadurch mit der äusseren Nasenöffnung hat. Das letztere ist der Fall! Wie wir es bereits von den Delphiniden kennen gelernt hatten, so finden sich auch hier zwei lateral liegende Ausstülpungen des vorderen Nasenraumes, und diese lateralen Ausstülpungen entsprechen den späteren sogenannten Spritzsäcken. Den Eingang in den linken Spritzsack sehen wir auf Fig. 10, und in diesen mündet mit einer engen Oeffnung der linke Nasengang ein.

Hat somit der linke Nasengang auch keine directe Beziehung zur äusseren Nasenöffnung, so steht er doch mit ihm vermittelst des linken Spritzsackes in Verbindung.

Um uns nun genauer über dieses ganz einzig dastehende Verhalten der beiden Nasengänge zu orientiren, müssen wir die Asymmetrie der Skelettheile etwas näher ins Auge fassen. Ich habe deshalb einen Querschnitt durch die linke Medianhälfte des Kopfes angefertigt, und zwar ein kleines Stück vor dem Nasenlumen (Fig. 13, Taf. XXII). Da sehen wir nun Folgendes: Der Knorpel der medianen Nasenscheidewand ist deutlich sichtbar, er hat aber eine ganz schiefe Lage, indem sein oberes Ende stark nach der linken Seite gedrängt ist. Das Knochenstück, welches seine untere Seite umfasst, ist der Vomer, seitlich etwas weiter nach oben ist der Querschnitt des Zwischenkiefers sichtbar, der, wie sich durch Vergleichung mit dem Medianschnitt Fig. 9 ergiebt, nach hinten und oben zieht. Der mächtige Knochen, welcher seitlich davon liegt, sich weit nach oben und zur Seite erstreckt und in breiter Masse nach unten zieht, ist der Oberkiefer. Der nach oben ziehende Fortsatz ist der schon erwähnte Knochenkamm, welcher jedem Oberkiefer senkrecht aufsitzt.

Beiläufig möchte ich hier noch eigenthümlicher Gebilde Erwähnung thun, welche auf diesem Querschnitt und auch auf dem Medianschnitt deutlich sichtbar werden. Es sind das mehr oder minder grosse, blasenförmige Hohlräume, die sich besonders zahlreich und dicht nebeneinander stehend in dem Bindegewebe vorfinden, welches sich zwischen die senkrechten Kämme des Oberkiefers eingelagert hat.

An derselben Stelle findet sich beim erwachsenen Dögling ein Gewebe, welches von klarem Oel

durchzogen ist, wie ich das bereits früher beschrieben habe[1]). Bouvier[2]) behandelt in seiner vor kurzem erschienenen Arbeit die Natur und Lagerung dieses Gewebes, das er »tissu à spermaceti« nennt, sehr eingehend und findet es weniger an dem von mir angegebenen Platze, als mehr zur Seite in der Nähe der Augen. Demgegenüber möchte ich daran festhalten, dass das betreffende Gewebe, wenigstens bei dem mir zur Verfügung stehenden Embryo, der Hauptsache nach da vorhanden ist, wo ich es auch bei den erwachsenen Exemplaren angetroffen habe, nämlich zwischen den Knochenkämmen des Oberkiefers.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Betrachtung der Nasenverhältnisse zurück. Nachdem wir den Verlauf der beiden Nasengänge festgestellt haben, wollen wir nunmehr die Nebenhöhlen betrachten, welche sie aufzuweisen haben.

Das äussere Nasenloch zeigt im Wesentlichen dieselbe Gestaltung wie bei den Delphiniden, es ist schwach halbmondförmig gebogen, und zwar, wie zu erwarten, mit der Concavität nach vorn. Die alten, irrigen Angaben, dass beim Dögling das Nasenloch eine nach hinten gebogene halbmondförmige Gestalt habe, hat bereits Eschricht[3]) widerlegt. Vom Nasenloch aus gelangen wir in die gemeinsame vordere Nasenhöhle, die hier ausschliesslich von dem vordersten Theile des rechten Nasenganges gebildet wird. Die innere Wandung dieses Nasenganges wird von der knorpeligen Nasenscheidewand geliefert, deren oberer Rand etwas aufgewulstet ist. Nach innen von diesem Wulste, und durch eine seitliche Oeffnung mit dem rechten Nasengang in Verbindung, liegt der linke, den man also, wenn man von oben in das Nasenloch hereinschaut, nicht sehen kann. Die beiden noch ein Stück seitwärts von jedem Nasengang, ziemlich nahe unter der Oberfläche der Haut hinziehenden Ausbuchtungen des Nasenlumens sind die Anlagen der beiden Spritzsäcke (maxillary sacs), die bei diesem Embryo indessen noch ziemlich klein sind. Da die Nasenscheidewand sehr weit hinaufreicht, so ist die gemeinsame vordere Höhle sehr klein. Zu beiden Seiten der Scheidewand ziehen nunmehr die getrennten Nasengänge. In das Lumen eines jeden springt von der Vorderwand her jederseits eine halbkugelige bindegewebige Masse vor, die homolog der vorderen Klappe der Delphiniden sind, in welche sich von vorn und unten kommende Muskelzüge inseriren. Auch eine hintere Klappe ist vorhanden, indem von der Hinterwand ein langer deutlicher Vorsprung sich einschiebt, der eine hintere obere Nebenhöhle bedeckt. Wie wir erwarten können, ist auch hier die hintere obere Nebenhöhle nichts anderes als die Regio olfactoria. In ihr ist der Rest einer Ethmoidalmuschel sichtbar, als eine deutlich vorspringende Leiste der hinteren Wand. Die hintere Klappe wird wie bei den Delphiniden mit dem Nasoturbinale zu homologisiren sein. Ein Nervus olfactorius ist auch beim erwachsenen Dögling, wenn auch in rudimentärem Zustande, vorhanden, wie wir das auf Tafel V des ersten Bandes sehen können.

Von anderen Nebenhöhlen findet sich noch die vordere untere der Delphiniden vor (Fig. 9—12, Tafel XXII), auch hier nichts anderes als ein integrirender Theil des Nasenlumens, welches etwas darüber durch die Entwickelung der vorderen Klappe stark eingeengt ist, so dass also die in Frage stehende vordere untere Höhle nichts anderes darstellt als einen Rest des ursprünglich viel ausgedehnteren Nasenraumes.

Eine nicht unbedeutende Ausdehnung zeigt die rechte Choane. Seitlich von der Nasenscheidewand buchtet sie sich sogar etwas nach vorne ein (Fig. 12). In ihrem unteren Theile mündet ein Canal aus, die Tuba Eustachii. Die Drüsenmündungen, welche ich bei den anderen untersuchten Walen so zahlreich hier und in dem darunter liegenden gemeinsamen Raume antraf, sind bei diesem Embryo nicht zu sehen. Der untere gemeinsame Raum, in welchen beide Choanen zusammenfliessen, wird fast völlig eingenommen von

1) Einige Notizen über *Hyperoodon rostratus* Lilljeb. und *Beluga leucas* Gray. (Arch. f. Naturg. 1889.)
2) Bouvier, Observations sur l' *Hyperoodon rostratus*. Ann. des Sc. nat. 1892. p. 271.
3) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. 1849. p. 31 u. 32.

dem langausgezogenen Kehlkopf. Die Wandungen des Raumes werden eingenommen von einem ganz mächtigen Ringmuskel, dessen Contraction den oberen Theil des Kehlkopfes vollkommen dicht einzuschnüren vermag.

Was die knorpeligen Theile der Nase anbetrifft, so vermochte ich Folgendes festzustellen. Wie aus der Abbildung Fig. 12 ersichtlich, ist das Siebbein vollkommen distinct knorpelig angelegt. Aus ihm heraus entspringt die knorpelige Nasenscheidewand, welche mit der oberen Kante stark zugespitzt ist, ziemlich weit hinaufreicht und nach vorn zu mit ihrem basalen Theile bis zur Kieferspitze zieht. Im Nasenlumen ist die obere Kante der Nasenscheidewand abgerundet, und genauere Untersuchung ergiebt, dass in dieser obersten Kante noch Knorpelreste stecken, welche ursprünglich zur Nasenscheidewand gehört haben. Wie bei den Delphiniden, so hat sich also auch beim Dögling die Nasenscheidewand in ihrem oberen Theile etwas zurückgezogen.

Vergleichen wir damit den Medianschnitt durch den Kopf eines sehr viel kleineren Döglings-Embryos von nur 15,8 cm. Länge, so sehen wir ohne weiteres, dass die Nasenscheidewand eine sehr viel grössere Ausdehnung in diesem jungen Stadium besitzt als in dem älteren (Fig. 13, Taf. XXII).

Der Nasenscheidewand liegen ganz dicht seitlich an zwei Knorpelplatten, die sie bis weit hinauf begleiten, dann auseinanderweichen und, die Nasenhöhle umfassend, nach dem Ethmoid zu ziehen. Ich homologisire diese beiden Knorpel mit den gleich gelagerten bei den Delphiniden und halte sie also ebenfalls für Reste der seitlichen Nasenwand.

Von anderen Knorpelresten, so den Rudimenten eines Nasendaches, vermochte ich nichts aufzufinden.

Wir haben somit gefunden, dass die Nase des *Hyperoodon rostratus* nach dem Typus der Delphinnase gebaut ist, und dass die auftretenden Verschiedenheiten im Wesentlichen von der starken Asymmetrie herrühren, welche die Skelettheile des Vorderkopfes betroffen hat.

Die Asymmetrie des Döglingschädels ist, wie die des Delphinidenschädels, eine Erwerbung späterer Zeit. Die physiologische Ursache kennt man nicht, vielleicht ist sie in der eigenthümlichen Art der Locomotion vermittelst der Schwanzflosse zu suchen. Der kleine Embryo zeigt die Asymmetrie noch wenig ausgeprägt. Sieht man von oben in sein Spritzloch hinein, so erblickt man die obere Kante der Nasenscheidewand, welche die beiden Nasencanäle von einander trennt. Zwar ist der Eingang in den linken Nasencanal bereits etwas kleiner als in den rechten, beide Mündungen sind aber doch noch deutlich zu sehen. Das ist nicht mehr der Fall bei dem grösseren Embryo. Hier hat sich die Nasenscheidewand derartig schräg weiterentwickelt, dass man vom Spritzloch aus nur den rechten Nasencanal zu sehen vermag, und dass der linke vollkommen zur Seite gedrängt ist. Ebenso wird es sich beim Erwachsenen verhalten.

Was besonders auffällig ist, ist die Erscheinung, dass die äussere Nasenöffnung an der asymmetrischen Verlagerung gar keinen Antheil nimmt, sondern nach wie vor in der Medianlinie verbleibt.

Der Einfluss der uns unbekannten, Asymmetrie verursachenden Kraft macht sich also nur auf die Schädelknochen geltend, nicht aber auf die äussere Körperoberfläche.

c) Bartenwale.

Während über die Nase der Zahnwale eine ausgedehnte Literatur existirt, in welcher sich grundlegende Abhandlungen, wie die v. Baer's, befinden, ist die Nase der Bartenwale weit stiefmütterlicher behandelt worden. Eine zusammenfassende Arbeit findet sich nirgends, nur hier und da sind in den mehr oder minder unvollständigen Sectionsprotokollen gestrandeter Individuen Angaben über den Bau der Nase

erhalten. So erwähnt TURNER [1]) mit einigen Worten den Bau der Nase von *Balaenoptera Sibbaldii*, CARTE und MACALISTER [2]) beschäftigen sich mit der Nasenmusculatur einer *Balaenoptera rostrata* und geben ihre Ansicht über den Modus der Athmung, und STRUTHERS [3]) liefert eine Anzahl Maasse von der Nase einer *Megaptera boops* und einer *Balaenoptera musculus*. Noch am eingehendsten behandelt YVES DELAGE [4]) diese Frage, er hat an seinem gestrandeten Finwal mancherlei richtig gesehen, und wir wollen daher zunächst seiner Arbeit, als der letzten und ausführlichsten, folgen. Nach einer kurzen Beschreibung der beiden, durch einen sehr schmalen Zwischenraum von einander getrennten Nasenlöcher und der zwischen beiden verlaufenden Hautrinne, giebt er an, dass auf den engen Eingang in jeden Nasencanal eine Erweiterung folge, deren hinterer Theil allein die wahre respiratorische Oeffnung sei. Der von da weiter nach unten und hinten ziehende Canal ist etwas spiralig gedreht. Die Schleimhaut, welche die Nasencanäle auskleidet, ist vorn schwarz, hinten grau, ihre Hinterwand ist glatt, während der vordere Theil eine Unmasse kleiner unregelmässig gelagerter Alveolen besitzt.

Den Nasenlöchern entspricht im Skelet ein mächtiger Canal von elliptischem Querschnitt, der einen grössten Durchmesser von 1 m., einen Querdurchmesser von 40—50 cm. besitzt. Die Begrenzung liefern Frontalia und Nasalia hinten, Maxillen und Intermaxillen vorn und seitlich. Ein »cartilage de la cloison«, der von den Nasenbeinen ausgeht, theilt den Canal in zwei Hälften. Nur ein Theil dieser geräumigen knöchernen Höhlen wird von den Nasencanälen eingenommen, und zwar ist es deren hinterer äusserer Winkel, in dem sie sich vorfinden.

An die vordere Wand eines jeden häutigen Nasencanales setzt sich nun ein enormer Muskel, welche also den Raum einnehmen, den der häutige Nasencanal im knöchernen übrig gelassen hat. Ein jeder dieser beiden als Oeffner der Nasenhöhle wirkenden Muskeln inserirt sich an der Vorderwand des knöchernen Nasenraumes, sowie dem medianen Knorpel. Da nun die Hinterwand der häutigen Nasencanäle fest mit den dahinter liegenden Knochen verbunden ist, so wird eine Action der beiden Muskeln eine starke Erweiterung der Nasencanäle zur Folge haben. Einen Sphincter zum Verschlusse der letzteren hat DELAGE nicht aufgefunden, während CARTE und MACALISTER einen solchen bei *Balaenoptera rostrata* beschreiben. DELAGE hält einen solchen Muskel für überflüssig, da die Wandungen der Nasengänge bei Nichtaction der Dilatatoren sich von selber schliessen. Von einer Regio olfactoria war nichts aufzufinden, und er glaubt, dass eine Geruchsempfindung den Walen im Wasser nicht zukomme.

Diese rein auf den anatomischen Befund sich beschränkenden Angaben DELAGE's sind einmal sehr unvollständig und dann erlauben sie auch nicht, irgend welche Schlüsse auf die Herausbildung des Organes aus der typischen Säugethiernase zu ziehen.

Zu meinen eigenen Untersuchungen übergehend, wähle ich zunächst ein grösseres Präparat, den Medianschnitt durch den Kopf eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 118,5 cm. Länge. (Fig. 6, Tafel XXI.)

Hier zeigt sich ein sofort in die Augen springender Unterschied gegenüber der Nase der Zahnwale, indem nämlich die Nase der Bartenwale eine viel mehr schräg nach vorn gerichtete Lage hat. Ein zweiter grosser Unterschied ist das Getrenntbleiben der äusseren Nasenöffnungen, und ein dritter der Mangel an Nebenhöhlen, welche sich bei den Zahnwalen so wohlausgebildet vorfinden.

Beginnen wir mit der äusseren Nasenöffnung, so sehen wir sie an unserem Embryo als zwei lange Schlitze, welche, etwa in der Mitte zwischen Schnauzenspitze und Hinterhauptsende gelegen, eine schwach

1) TURNER, An account of the great finner whale stranded at Longniddry. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh. Vol. 26. p. 240.
2) CARTE & MACALISTER, On the anatomy of *Balaenoptera rostrata*. Philosoph. Transact. of the Royal Soc. 1868. p. 238.
3) J. STRUTHERS, Memoir on the anatomy of the Humpback Whale. Journ. of Anat. and Physiol. 1887—1889.
4) DELAGE, Histoire du *Balaenoptera musculus*. Arch. de Zoolog. expér. 1885. p. 108.

S-förmig gekrümmte Gestalt besitzen und nach vorn zu etwas convergieren. Umgeben werden die Nasenschlitze von wulstigen Rändern, zwischen ihnen verläuft der Länge nach eine kurze Rinne in der Haut, die beim Erwachsenen, nach DELAGE, sehr viel tiefer wird. Der Nasencanal führt nun nicht in der ganzen Ausdehnung des Schlitzes in die Tiefe, sondern nur vom vorderen Theil des Schlitzes aus geht der Nasencanal ab, während man, wenn man die äusseren Ränder zur Seite drängt, in der oberen Hälfte der Nasenöffnung eine seitliche, flache Ausbuchtung gewahr wird, die die Form einer Tasche hat. Die Wandung dieses vordersten Nasenraumes ist ausgekleidet mit dunkel pigmentirter Schleimhaut, in der sich besonders an der vorderen äusseren und an der hinteren Seite deutliche Drüsenmündungen befinden. Weiter in die Tiefe herab verändert sich die Lagerung des Nasencanals folgendermaassen: Ganz vorn an der Mündung ist die Oeffnung längsgerichtet, etwas weiter in die Tiefe biegt sie in ihrem oberen Theile etwas nach aussen ab, und noch tiefer finden wir den Nasencanal winkelförmig gebogen. An seine vordere Wand inserirt sich, wie bereits von den früheren Autoren angegeben, ein mächtiger, mit Fett durchsetzter Muskel, der von der vorderen Wand der weiten knöchernen Nasenhöhle, und besonders vom dorsalen Theil der nach vorn verlaufenden Nasenscheidewand entspringt. Seine Function kann nur die sein, die häutige Nasenhöhle zu erweitern (Fig. 8, Taf. XXI). Nur kurze Zeit verläuft der obere Theil der Nase als eng geschlossenes Rohr, noch über dem knorpeligen Theil der Nasenscheidewand erweitert sich das Nasenlumen ganz bedeutend, um zu deren Seite einen weiten Hohlraum zu bilden, der sich nach hinten aussackt und bis an die Schädelwand herangeht. In dieser hinteren Nebenhöhle finden sich sehr deutliche Muschelbildungen, und ich will schon jezt betonen, dass wir hier die Regio olfactoria der Bartenwalnase vor uns haben. Der Nasencanal tritt nunmehr durch den Vomer hindurch und vereinigt sich unterhalb desselben mit dem Nasencanal der anderen Seite zu einer unpaaren unteren Höhle. In ihrem oberen Theile ist die Höhle nur schwach längsgestreift, weiter unten zeigt sie eine Anzahl Drüsenmündungen, und besonders stark sind diese vorhanden an der Mündung eines Canales, der Tuba Eustachii. In diesen gemeinsamen unteren Nasenraum ragt der Kehlkopf hinein.

Damit sind die Nasenverhältnisse des Finwales im Grossen und Ganzen characterisirt, und wir wenden uns nun zu der Aufgabe, die einzelnen Theile mit denen der typischen Säugethiernase zu homologisiren, um die Umformungen kennen zu lernen, welche dieses Organ durch den Einfluss des Wasserlebens allmählich erlitten hat. Dabei kommen uns die Knorpel sehr zu statten, welche die Nasenhöhle umgeben. Was zunächst das grösste Knorpelgebilde angeht, welches, von der vorderen Schädelwandung ausgehend, bis vorn in die Spitze des Oberkiefers zieht und die beiden Nasengänge von einander trennt, so fällt es uns nicht schwer, es ebenso wie bei den Zahnwalen als mediane Nasenscheidewand zu homologisiren, resp. deren basaler Theil, der bei dem secundären Wachsthum der vor der Nase liegenden Partieen mit nach vorn gewachsen ist. Das hintere Ende der Nasenscheidewand ist verschmolzen mit einer Knorpelplatte, welche eine geringe seitliche Ausdehnung besitzt. Auf unserem Medianschnitt sehen wir auch, wie sich diese Schlussplatte hinter die Stirnbeine nach oben vorschiebt (Fig. 6, Taf. XXI). Dass wir das Ethmoid vor uns haben, erhellt einmal daraus, dass es mit seinem unteren Theil im Inneren der Schädelkapsel eine besondere Ausbuchtung begrenzt, in welcher der Lobus olfactorius eingelagert ist, und ferner, dass nach vorn und nach unten von ihm jederseits der Nasenscheidewand eine Ausbuchtung der Nasenhöhle existirt, welche mit drei typischen Siebbeinwülsten versehen ist, und also der Regio olfactoria entspricht (s. Fig. 7, Taf. XXI).

Ehe wir darauf näher eingehen, will ich das nähere Verhalten der ausserdem noch vorhandenen knorpeligen Nasentheile schildern. Wie wir gesehen hatten, zieht sich von der Mitte des Siebbeins in typischer Weise die Nasenscheidewand noch vorn und trennt zunächst die beiden Siebbeinlabyrinthe von einander. Ausserdem geht aber noch eine weitere Knorpelplatte vom Siebbein ab, und zwar ist es eine

über, resp. hinter dem Nasenraum gelegene Lamelle, welche sich vorn bis zur äusseren Nasenöffnung hinzieht. Man sieht diese Platte auf dem Medianschnitt (Fig. 6).

Wir haben in ihr das knorpelige Nasendach vor uns, welches, vom Siebbein entspringend und hier auch mit der medianen Nasenscheidewand zusammenfliessend, die beiden Nasenhöhlen auf der oberen Seite überdeckt. Die Freilegung des Knorpels in meinem Präparat zeigte mir seine Ausdehnung genauer. Er umfasst nicht nur die dorsale Seite der Nasengänge, sondern geht auch noch jederseits ein Stück an der Seitenwand entlang. Da, wo der Knorpel vom Siebbein entspringt, bildet er jederseits das Dach und die Seitenwände der Regio olfactoria.

Drei knorpelige Siebbeinmuscheln sind es, welche in diesem Nasenabschnitte liegen (Fig. 7). Die hinterste ist die kleinste, eine sehr tiefe Spalte trennt sie von der mittleren, die schon bedeutend grösser ist. Beide sind mit ihren Basallamellen an die Lamina cribrosa angeheftet und müssen daher ohne weiteres als echte Siebbeinmuscheln bezeichnet werden. Sie ziehen nach unten und endigen in der inneren seitlichen Wand jedes Nasencanales. In der Mitte sind sie, besonders die mittlere, stark aufgeschwollen und zeigen nach vorn zu leichte Einrollungen. Bei weitem die beträchtlichste Muschel ist die dritte, die vorderste. Sie nimmt ihren Ursprung von dem obersten Theile der Lamina cribrosa und zieht, durch einen tiefen Spalt von der dahinter liegenden Ethmoidmuschel getrennt, im Bogen nach unten, um an der hinteren inneren Wand des Nasenraumes zu endigen (s. Fig. 7, Taf. XXI), hinten geht sie in das Dach der Nasenhöhle über.

Diese Muschel, welche die Regio olfactoria von dem davor liegenden Nasenraum abtrennt, ist als Nasoturbinale zu bezeichnen.

Damit haben wir die Homologisirung der Nasenräume festgelegt. Den oberen Nasenraum, die Regio olfactoria, haben wir bereits kennen gelernt, was unter dem Nasoturbinale liegt, sind die Choanen, und der sich davor erstreckende Theil besteht aus dem mittleren und vorderen Nasenraum. Einen mittleren Nasenraum können wir dann feststellen, wenn es gelingt, das Maxilloturbinale zu finden. Dieses ist in der That vorhanden, und zwar erstreckt es sich jederseits in der Aussenwand eines jeden Nasenganges als eine Knorpelleiste, welche von der seitlichen Nasenwand entspringt, nach vorn. Zwischen dem Maxilloturbinale und dem Nasoturbinale liegt also der mittlere Nasenraum, und was vor ersterem liegt, ist als der vordere Nasenraum anzusehen. Auch hier begleitet der Knorpel des Nasendaches und der seitlichen Nasenwände die beiden Nasengänge und endigt erst ganz vorn. Wenn wir in dieser Region einen Flächenschnitt anfertigen, so sehen wir die einheitliche Knorpellamelle hinter dem halbkreisförmig gebogenen Querschnitt des vorderen Nasenraumes liegen, an der Aussenseite etwas herumgebogen (Fig. 8), nach innen zu zwei eigenthümliche Fortsätze in das zwischen beiden Nasenlöchern liegende Gewebe hinein sendend.

Einen gründlichen Einblick in die Nasenverhältnisse der Bartenwale gewährte mir eine Frontalschnittserie durch den Kopf eines Embryos von *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge. Beginnen wir mit den vordersten Schnitten, so sehen wir lange Zeit nur die knorpelige Nasenscheidewand, welche einen rundlichen Querschnitt aufzuweisen hat. Bald treten zu ihren Seiten zwei kleinere Knorpelmassen auf, die ihr zwar dicht anliegen, aber doch nicht mit ihr verschmelzen. Die Entwickelung von Knochensubstanz ist schon ziemlich weit vorangeschritten. Wie Fig. 10, Taf. XXIV, zeigt, ist unter der medianen Nasenscheidewand der Vomer, im Querschnitt halbkreisförmig die erstere umgebend, angelegt, seitlich davon die mächtigen Maxillen und weiter nach oben die kleineren Zwischenkiefer. Sehr deutlich lassen sich auch auf diesem Schnitte die beiden mächtigen Muskelmassen erkennen, welche, zwischen dem oberen Fortsatz der Nasenscheidewand und den Zwischenkiefern eingelagert, im Querschnitt getroffen sind und die beiden bereits früher erwähnten Oeffner der Nasengänge darstellen. Ausser diesen beiden Muskeln sieht man auf dem Schnitt

auch noch zwei andere, längsgetroffene, welche von der oberen Fläche der Maxillen herkommen und sich ebenfalls nach dem Orte zuwenden, wo etwas weiter nach hinten die Nasenlöcher liegen. Diese beiden Muskeln treten, wie ich vorgreifend bemerken will, in die äussere Wandung der beiden Nasenöffnungen ein, und ihre Function ist, als Dilatatoren der äusseren Nasenöffnungen zu wirken.

Die ersten Schnitte, welche die Nasenöffnungen treffen, zeigen, dass letztere mit demselben Epithel ausgekleidet sind wie die Oberfläche des Körpers. Die beiden im Querschnitt getroffenen Gänge führen ein Stück in die Tiefe, nach innen zu convergirend, und begrenzen so eine zwischen ihnen liegende Partie, welche sehr eigenthümliche Knorpelbildungen zeigt. Es finden sich nämlich zwei Knorpelspangen an jeder inneren Seite einer jeden Nasenöffnung, die nach unten zu mit einer dritten unpaaren Knorpelleiste zusammenfliessen. Letztere setzt sich weiter nach unten zu fort, und es lässt sich unschwer feststellen, dass sie mit dem oberen Fortsatz des medianen Nasenknorpels in Zusammenhang steht (Fig. 11, Taf. XXIV), der theilweise durch Knorpelgewebe, theilweise durch verdichtetes Bindegewebe bewirkt wird. Somit haben wir also in dem unpaaren Knorpel nichts weiter vor uns als den letzten Rest der knorpeligen Nasenscheidewand, welche sich ursprünglich bis vorn zwischen die beiden Nasenmündungen hinein erstreckt hat, später aber verschwindet. Nunmehr wird uns auch die Homologisirung der beiden oberen seitlichen Knorpelspangen erleichtert. Wir können sie nur auffassen als die Reste der Jacobson'schen Knorpel, die ja bekanntlich auch bei den meisten anderen Säugethieren mit der Nasenscheidewand in Verbindung treten.

Die Fortsetzung der Nasencanäle erfolgt nicht in der Richtung, welche die beiden zuerst auftretenden Einstülpungen vermuthen liessen, sondern etwas seitlich nach aussen zu (s. Fig. 11, Taf. XXIV). Ihr Lumen verändert sich nunmehr bedeutend, indem sich von vorn und unten her ein halbkreisförmiger Vorsprung jederseits einschiebt, in den sich die beiden schon erwähnten grossen Dilatatoren erstrecken. Dadurch wird das Lumen eines jeden Nasenganges im Querschnitt halbmondförmig.

Es treten hierauf weitere Knorpelstücke auf, welche hinter resp. über den Nasengängen und zu deren Seiten liegen und eine Begrenzung der Nase bilden, welche dorsalwärts in einander übergeht, an den Seiten mehrfach unterbrochen ist und sich bis zu den seitlich von der medianen Nasenscheidewand gelegenen Knorpeln erstreckt. Das ist das knorpelige Dach und die jederseitige seitliche Nasenwand (Fig. 12 u. 13, Taf. XXIV).

Weiter nach hinten zu wird die Knorpelbegrenzung einheitlicher und stellt sich dar als eine die beiden Nasengänge von oben umgreifende Knorpelplatte, in welche der mediane Nasenknorpel einmündet. (Fig. 13, Taf. XXIV).

Hier finden sich auch die beiden Maxilloturbinalia. Eine längere Strecke hindurch bis weit nach vorn zu hat sich von beiden seitlichen Nasenwänden her die Wandung in die Nasengänge eingestülpt und erscheint auf den Frontalschnitten oben und unten etwas eingerollt. Auch der Knorpel der seitlichen Nasenwände nimmt an der Bildung Antheil, indem er sich an diesen beiden Stellen wulstig verdickt und etwas in die Ausstülpungen hineinschiebt. Diese unzweifelhafte Muschelbildung kann ihrer Lage nach, als die der Nasenöffnung am nächsten liegende, nur als Maxilloturbinale aufgefasst werden.

Bald darauf verändert sich die Form der Nasencanäle sehr beträchtlich, ihr Lumen wird viel weiter, die durch das Maxilloturbinale bewirkte Einbuchtung verschwindet, und wir haben nunmehr zwei geräumige Höhlen vor uns, wie sie uns Fig. 14, Taf. XXIV, zeigt.

Auch mit den unter den Höhlen und seitwärts nach der medianen Nasenscheidewand zu liegenden beiden Knorpeln geht eine Veränderung vor sich, sie werden immer unansehnlicher und verschwinden endlich. Ihren Ursprung nehmen sie, wie wir gesehen haben, weiter vorn von den seitlichen Nasenwänden, und sie sind also als Theile dieser anzusehen, homolog den entsprechenden Abschnitten der knorpeligen seitlichen Nasenwände anderer Säugethiere, welche über die Maxilloturbinalia hinaus ihre Fortsätze nach unten bilden.

Je weiter nach hinten, desto mehr breitet sich das knorpelige Dach der Nasenhöhle nach beiden

Seiten hin aus. Wir nähern uns nunmehr der bei *Balaenoptera musculus* beschriebenen Regio olfactoria mit ihren Muscheln. Fig. 6 zeigt uns den Flächenschnitt durch die vorderste dieser Ethmoidalmuscheln, in der auf der einen Seite bereits die vordersten Enden von Hohlräumen vorhanden sind, die mit einem ganz anders beschaffenen Epithel ausgekleidet sind. Wie Fig. 16 zeigt, stehen diese Hohlräume mit dem grossen Nasenraum in directer Verbindung.

Ihr Epithel ist sehr viel höher als das der übrigen Nasenräume und besteht aus viel stärker sich färbenden Zellen. Dass wir es hier wirklich mit Riechepithel zu thun haben, wird uns zur Gewissheit auf den nächsten Schnitten, auf denen wir die Innervation mit Olfactoriusfasern feststellen können. Nachdem auch die beiden dahinter liegenden Muscheln erschienen sind, deren Form sich übrigens viel besser aus der Fig. 6, Tafel XXI, von *Balaenoptera musculus* als auf diesen Schnitten ergiebt, treten die darüber liegenden Querschnitte der Lobi olfactorii auf, die von dem Nasenraume nicht durch Knorpel, sondern nur durch eine ziemlich dünne bindegewebige Lage getrennt sind. Trotzdem der Erhaltungszustand dieses Hirntheiles kein guter ist, so kann man doch mit grösster Deutlichkeit jederseits Bündel von Nervenfasern abgehen sehen, welche in das die Ethmoidalräume umgebende Bindegewebe eintreten um sich an deren Epithel zu begeben. Fig. 19 giebt ein Bild von dieser Innervirung, welches zwar keine Details zeigt, aber doch die Herkunft der Nervenfasern aus den Lobi olfactorii veranschaulicht. Einer späteren Arbeit soll es eventuell vorbehalten sein, an besonders zu diesem Zwecke conservirtem Materiale die Art der Nervenvertheilung, sowie überhaupt viele andere Details im feineren Bau der embryonalen Cetaceennase festzustellen. Hier kann es sich nur darum handeln, in grossen Zügen die eigenthümlichen Umformungen nachzuweisen, welche die Cetaceennase erlitten hat, und die wesentlichsten Homologien festzustellen.

Dass bei den erwachsenen Bartenwalen noch deutliche Nervi olfactorii vorkommen, ist nicht erst, wie Delage [1]) meint, von Beauregard festgestellt worden, sondern eine alte Thatsache, die sicher bewiesen wurde durch Eschricht's [2]) Abbildung eines *Megaptera*-Gehirnes.

Es bleibt an unserer Schnittserie noch der Verlauf zu untersuchen, welchen der hintere Nasenraum nimmt. Wie Fig. 19 zeigt, vereinigen sich die beiden Choanen und treten nun zu dem einheitlichen Raume zusammen, welcher in seinem unteren Theile den Kehlkopf umfasst.

Zusammenfassung.

Fassen wir nunmehr zusammen, was wir über Bau und Entwickelung der Bartenwalnase kennen gelernt haben, so ist in erster Linie zu betonen, dass zwischen diesem Organ und der Zahnwalnase manche Aehnlichkeiten, aber auch tiefgreifende Unterschiede vorhanden sind.

Gemeinsam ist beiden die Verlagerung scheitelwärts. In beiden Fällen kommt es zur Ausbildung eines mehr oder minder langen Schnabels, einer durchaus secundären, entwickelungsgeschichtlich zu verfolgenden Bildung, und dadurch wird der obere Theil des Nasenraumes nach rückwärts gedrängt. Bei den Zahnwalen ist diese Verlagerung sehr viel weiter gegangen als bei den Bartenwalen.

Ferner ist beiden Ordnungen gemeinsam die Umwandlung der Nase in ein ausschliesslich respiratorischen Zwecken dienendes Organ. Die Regio olfactoria ist zwar bei beiden noch vorhanden, hat aber eine starke Rückbildung erfahren, bei den Zahnwalen in viel stärkerem Maasse als bei den Bartenwalen. Bei den Zahnwalen hat sie sich in die hintere obere Nebenhöhle verwandelt, und die Siebbeinmuscheln sind nur noch als häutige Gebilde kenntlich, bei den Bartenwalen ist die Regio olfactoria deutlicher ausgebildet, und die drei Siebbeinmuscheln sind noch knorpelig angelegt.

1) Delage, l. c.

2) Eschricht & Reinhardt, Ni tavler til oplysning af hvaldyrenes bygning. Vidensk. Selsk. Skr. 5. Raekke, naturvidensk. og math. Afd. 9. B. I. 1869.

Gemeinsam ist ferner Zahn- wie Bartenwalen die untere gemeinsame Höhle, in welche die Choanen einmünden, und welche den mehr oder minder langausgezogenen Kehlkopf in sich aufnimmt.

Auch sonst lassen sich noch bei beiden Ordnungen vorhandene Uebereinstimmungen auffinden, so in Bezug auf die knorpeligen Theile der Nase. Bei beiden zieht sich der basale Theil der Nasenscheidewand weit nach vorn in die Kieferspitze. Bei den Bartenwalen ist noch ein bis zur Mündung verfolgbares Nasendach vorhanden, bei den Zahnwalen sieht man hier und da Spuren davon (*Beluga*). Ferner liegen den Seiten der medianen Nasenscheidewand zwei Knorpelmassen an, welche bei den Bartenwalen vorn mit dem Dach der Nasenhöhle zusammenhängen, bei den Zahnwalen, wo letzteres geschwunden ist, im Bogen die Nasengänge umfassend, in das Siebbein eintreten oder auch diese Verbindung verlieren und nur vorn als isolirte Knorpelreste bestehen bleiben. Wir haben sie aufgefasst als die Rudimente der seitlichen Nasenwände. Das Siebbein ist bei den Bartenwalen noch embryonal gesondert angelegt, ebenso bei manchen Zahnwalen (*Hyperoodon*), bei der Mehrzahl der letzteren ist es aber bereits embryonal mit dem oberen Theile des Präsphenoids verbunden.

Gegenüber diesen Uebereinstimmungen giebt es aber auch tiefgreifende Unterschiede. So münden die Nasencanäle der Bartenwale getrennt aus in zwei in der Längsrichtung verlaufenden Schlitzen, bei den Zahnwalen dagegen sind die Mündungen der beiden Nasencanäle verschmolzen zu einem geräumigen unpaaren Raume (der Spiracularhöhle der Autoren), der sich in einem quergestellten Schlitze öffnet.

Ferner sind die Nasencanäle der Zahnwale durchweg eng, die der Bartenwale sehr geräumig, und vor allem besitzt die Zahnwalnase die beim Erwachsenen sehr geräumigen Nebenhöhlen (Spritzsäcke etc.), die der Bartenwalnase durchaus fehlen.

Es entstehen dadurch zwei ganz verschiedene Typen der Nasenbildung. Der eine wird repräsentirt von den Bartenwalen, deren Nase aus zwei getrennten, in ihrem mittleren und unteren Theile sehr geräumigen Nasencanälen besteht, der andere von den Zahnwalen mit sehr engen Nasencanälen, mit denen zum Theil sehr geräumige Nebenhöhlen in Verbindung stehen.

Damit in Beziehung steht auch der sehr verschiedenartige Verschluss bei beiden. Der Verschluss der Zahnwalnase ist ein ausserordentlich complicirter und fester, und besonders die Ausbildung der sogenannten vorderen Klappe trägt dazu bei; bei den Bartenwalen ist der Verschluss viel einfacher, indem eben die oberen Theile der Nasenwände nur dicht aneinander liegen; vordere wie hintere Klappe fehlen ihnen.

Schon aus diesem Grunde kann man die Annahme machen, dass die Zahnwale viel tiefer und anhaltender tauchen können, als die Bartenwale, eine Vermuthung, die durch die bis jetzt vorliegenden biologischen Beobachtungen vollauf bestätigt wird.

Aus diesen Ausführungen ergiebt sich, dass die Zahnwalnase sich viel weiter vom Typus der Nase der landlebenden Säugethiere entfernt hat, als die der Bartenwale, dass sie aber nicht nur in mancher Hinsicht rudimentär geworden ist, sondern tiefgreifende Umbildungen erfahren hat. Auch die Bartenwalnase hat Umbildungen erfahren, aber nicht so tiefgreifende und in einer anderen Richtung.

Die Uebereinstimmungen in beiden Bildungen haben wir erkannt als Convergenzerscheinungen, entstanden durch die gleiche Anpassung ans Wasserleben, es sind aber doch Unterschiede vorhanden, welche nicht gradueller Natur sind, sondern welche uns zeigen, dass die Natur zur Ausbildung der Zahnwal- und der Bartenwalnase zwei verschiedene Wege eingeschlagen hat.

Daher halte ich es für durchaus unrichtig, die beiden Bildungen in engeren phylogenetischen Zusammenhang zu bringen, nimmermehr kann ich glauben, dass das am meisten umgeformte Organ der Zahnwale durch ein Stadium gegangen ist, wie es die Nase der Bartenwale zeigt. Gemeinsam ist beiden Organen nur der Ursprung von der typischen Nase landbewohnender Säugethiere, und es ist mir aus meinen Untersuchungen über dieses Organ aufs Neue ein Beweis für meine schon früher

ausgesprochene Ansicht entstanden, dass Zahn- und Bartenwale nicht direct mit einander verwandt sind, und dass die vorhandenen Aehnlichkeiten im Bau ihrer Organe nur Convergenzerscheinungen sind.

8. Ueber die Rudimente von Stenson'schen Gängen bei Cetaceen.

An die Untersuchung der Nase schliessen sich am besten einige Bemerkungen an, welche ich über das Vorkommen von Rudimenten der Stenson'schen Gänge bei den Cetaceen machen möchte.

Wie wir gesehen haben, erfährt die Cetaceennase schon sehr frühzeitig eine Verlagerung der Art, dass sich zwischen ihren oberen Theil und die Kieferspitze eine mehr und mehr an Grösse zunehmende Körperpartie ausbildet, die zur Bildung eines lang ausgezogenen Schnabels führt. Es ist daher von vornherein zu erwarten, dass die als Reste des vorderen Theiles der Gaumenspalte anzusehenden Stenson'schen Gänge sehr frühzeitig obliteriren, und das ist in der That der Fall, doch erhält sich bei allen bis jetzt daraufhin untersuchten Walen ihre vordere an der vorderen Gaumenspitze liegende Mündung.

Eschricht [1]) berichtet zuerst darüber: »Vor dieser Querreihe von unvollkommenen Barten bleibt noch eine kleine, kahle, dreieckige Stelle des Gaumens übrig, nämlich an der unteren Fläche der Spitze der Zwischenkieferbeine. Vorn an dieser kleinen kahlen Fläche, also gerade in dem vorderen spitzigen Winkel des Oberkiefers, sitzt in der Regel ein ganz kleiner Zapfen in der Mittellinie, und bei einigen der Fötus war an ihm eine punktförmige Vertiefung kenntlich. Hinter dem Zapfen aber findet sich bei allen Fötus und erwachsenen Individuen von Wallen jederseits eine spaltförmige Oeffnung, welche zu einem kurzen, blinden Gange führt. Trotz des bedeutenden Abstandes zwischen ihnen und der Nasenhöhle, und trotz des Mangels einer entsprechenden Durchbohrung der Zwischenkieferbeine, müssen diese blinden Gänge ihrer Lage nach doch wohl als Spuren der Stenson'schen Gänge angesehen werden.«

Weber [2]) untersuchte diese Gebilde mikroskopisch bei 2 Embryonen von *Balaenoptera rostrata* und fand zu beiden Seiten eines Epithelzapfens zwei Canäle im Bindegewebe, die sich sehr bald vereinigen und zu einem einheitlichen Canal verschmelzen, der kurz darauf verschwindet. »Ueber seinen Inhalt konnte ich nichts ausmachen, überhaupt verlangt das ganze Organ eine bessere Untersuchung, als ich sie an dem schlecht bewahrten Präparat anstellen konnte.«

Die vorhandenen Angaben über das Vorkommen von Rudimenten Stenson'scher Gänge möchte ich dahin erweitern, dass ich sie nicht nur bei Bartenwalen, sondern auch bei Zahnwalen gefunden habe, und zwar ebensowohl bei Embryonen als auch bei Erwachsenen. Zwei frische Exemplare von *Phocaena communis* zeigten sie in grösster Deutlichkeit. Am vorderen Ende des Gaumens fand sich eine starke knopfartige Anschwellung, der zwei Gruben vorgelagert sind. Am Grunde einer jeden Grube öffnet sich ein sehr feiner Canal, der nur einen kurzen Verlauf hat und bald völlig verschwindet. Die Entfernung einer jeden Oeffnung von der ersten Zahnanlage beträgt etwa 5 mm. (Fig. 52).

Die Untersuchung meiner Schnittserien durch die Köpfe von Zahnwalembryonen lieferte nichts anderes. Ueberall finden sich zwei Einsenkungen des Epithels unterhalb der Oberkieferspitze, die bald im Bindegewebe verschwinden. Doch lässt sich bei kleineren Embryonen ein bindegewebiger Strang jederseits verfolgen, welcher als Fortsetzung der Epitheleinsenkungen ein Stück nach hinten zieht.

---

1) l. c. p. 107.
2) l. c. p. 145.

Bei den Bartenwalen habe ich die betreffenden Bildungen nur bei Embryonen untersuchen können. Hier finden sie sich mit grösster Deutlichkeit vor. Wie folgende Abbildung (Fig. 53) zeigt, liegt etwas hinter der Oberkieferspitze eine flache, aber doch distincte Erhebung, in deren vertiefter Mitte sich eine feine Oeffnung befindet. Zu beiden Seiten des Hügels nach hinten und aussen finden sich zwei flache Gruben, die mit ihrem Vorderrande allmählich auslaufen, hinten aber scharf abgesetzt sind. So viel lässt sich von aussen sehen.

Fig. 52.

Fig. 53.

Fig. 52. Die Oeffnungen der STENSON'schen Gänge einer erwachsenen *Phocaena communis*. Vergr. 4.
Fig. 53. Die STENSON'schen Gänge eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 117,5 cm. Länge.

Die Anfertigung einer Serie von Querschnitten ergiebt, dass vom Grunde der beiden Gruben das Epithel sich noch ein Stück weiter nach hinten fortsetzt und dann allmählich verschwindet, eine Vereinigung beider Canäle zu einem einzigen, wie sie WEBER angiebt, konnte ich an meinen allerdings viel grösseren Embryonen nicht bemerken.

Die vorderen Mündungen der STENSON'schen Gänge bleiben also erhalten, und zwar nicht nur, wie bereits bekannt, bei Bartenwalen, sondern auch bei Zahnwalen.

9. Ueber Rudimente des äusseren Ohres.

Die äusseren Oeffnungen der Gehörgänge der Wale wurden entwickelungsgeschichtlich zuerst von ESCHRICHT [1]) untersucht. Er fand sie bei allen Bartenwalembryonen winzig klein, mitunter nur vom Gehörgang aus mit Sicherheit nachzuweisen, verhältnismässig grösser bei zwei kleinen Embryonen vom Weisswal und Narwal.

Eine etwas eingehendere Beschreibung lieferte erst G. B. HOWES [2]), der an einem 22 Zoll langen Braunfischfötus die äussere Gehöröffnung bedeckt fand mit einem $^1/_4$ Zoll langen Hautfortsatz, dessen Spitze sich nach vorn richtete, und einen ähnlichen feinen, fadenförmigen Fortsatz fand er auch an der Gehöröffnung einer fötalen Beluga von 13 Zoll wieder auf. Diesen fadenförmigen Fortsatz fasst HOWES als das Rudiment einer Pinna auf.

---

1) ESCHRICHT, l. c. p. 85.
2) G. B. HOWES, On some points in the anatomy of the porpoise (*Phocaena communis*). Journal of Anat. and Physiology. Bd. 14. 1879. p. 467.

Ganz die gleichen Bildungen fanden sich auch vor an zwei erwachsenen Braunfischen, merkwürdiger Weise nur auf der rechten Seite, und ausserdem war das muthmaassliche Pinnarudiment auch kleiner als bei dem Embryo. Die microscopische Untersuchung der Rudimente ergab nur einige wenige bindegewebige Fasern in ihnen.

Später wird diesem Pinnarudiment noch eine kurze Bemerkung gewidmet von Weber, der auf die Arbeit von Howes hinweist und mittheilt, dass er ähnliche Bildungen bei *Delphinus delphis* gesehen habe.

Bei der Lectüre dieser Literaturangaben überkam mich ein leiser Zweifel, ob die beschriebenen fadenförmigen Bildungen wirklich für Rudimente einer Pinna gelten könnten, es erschien mir vielmehr wahrscheinlicher, dass, wenn Reste des äusseren Ohres vorhanden sind, diese ganz anders aussehen müssen. Vor allem sind sie dann nicht bei so grossen Embryonen zu suchen, sondern würden nur in den ersten Stadien der Entwickelung sichtbar sein, und die dann in Erscheinung tretenden Bildungen müssten eine mehr oder minder grosse Aehnlichkeit mit den ersten Anlagen des äusseren Ohres bei anderen Säugethieren haben.

Bekanntlich entwickelt sich das äussere Ohr in der Weise, dass die wulstigen Ränder, welche die erste Schlundspalte äusserlich umgeben, sich in eine Reihe von mehr oder minder scharf ausgesprochenen Höckern gliedern, wie His [1]) für die Entwickelung des menschlichen Ohres, Gradenigo [2]) für die der Säugethiere angegeben hat. Letzterer zeigte, dass die sog. Ohrmuschel aus der mehr oder weniger vollständigen Vereinigung zweier morphologisch und embryologisch von einander verschiedener Systeme resultirt, das eine stellt den Saum und die nächste Umgebung des Meatus auditorius externus dar, und erzeugt durch Verwachsung der 6 dieses System bildenden Höcker den Boden der künftigen Fossa angularis (His), das andere aber repräsentirt die eigentliche Ohrmuschel und besteht aus zwei sich später vereinigenden Erhebungen, welche die Region der 6 Höcker umgrenzen und von Gradenigo als Helix hyoidalis und Helix mandibularis bezeichnet werden. Nach Gradenigo wird also die eigentliche Ohrmuschel nicht durch die Höcker gebildet, welche den von Moldenhauer [3]) bei den Vögeln gefundenen 4 Colliculi branchiales externi entsprechen, sondern durch die beiden seitlich davon auftretenden Helices. Beim Menschen sind beide Systeme vollständig mit einander verschmolzen. Von Interesse für vorliegende Frage, ob bei Cetaceen ebenfalls Bildungen vorkommen, welche mit den ersten Anlagen des äusseren Ohres bei anderen Säugern verglichen werden können, ist eine Arbeit von Schwalbe [4]), welcher bei Reptilien, denen ja, ebenso wie den Cetaceen, ein äusseres Ohr fehlt, in ganz jungen Stadien ebenfalls Höcker in der Ohrgegend gefunden hat, die sich mit den bei Vögeln und Säugethieren vorkommenden Bildungen vergleichen lassen.

Zu meinen eigenen Untersuchungen übergehend, möchte ich gleich im voraus bemerken, dass das verwendbare Material ausserordentlich spärlich ist und eigentlich nur aus einem Embryo von *Phocaena* von 2,5 cm. Länge besteht, das kleinste Stadium, welches bis jetzt überhaupt untersucht worden ist. Schon hier treten aber, wie wir gleich sehen werden, Bildungen auf, welche es durchaus wahrscheinlich machen, dass wir in Bezug auf äussere Ohrbildung bereits so ziemlich am Ende eines Processes angelangt sind, welcher nur in noch kleineren Stadien in seinen einzelnen Phasen sichtbar sein wird. Immerhin scheint mir aber das Gefundene eine eingehendere Beschreibung zu verdienen. (Fig. 7, Tafel XIV.)

Um das Wichtigste vorwegzunehmen: In ganz jungen Stadien der Cetaceenentwickelung kommt es zur Anlage eines äusseren Ohres, ganz ähnlich, wie es von anderen Säuge-

---

1) His, Anatomie menschlicher Embryonen. p. 211.

2) G. Gradenigo, Die Formentwickelung der Ohrmuschel mit Rücksicht auf die Morphologie und Teratologie derselben. Centralbl. f. die medic. Wissenschaften. 1888. p. 82 u. p. 113.

3) Moldenhauer, Die Entwickelung des mittleren und des äusseren Ohres. Morpholog. Jahrbuch III. 1877. p. 106 ff.

4) G. Schwalbe, Ueber Auricularhöcker bei Reptilien, ein Beitrag zur Phylogenie des äusseren Ohres. Anat. Anz. 1892.

thieren beschrieben worden ist. Diese Anlagen haben aber nichts mit den von früheren Autoren als Reste einer Pinna beschriebenen Gebilden zu thun.

Schon mit blossem Auge vermag man auf der linken Seite des sehr wohl erhaltenen Embryos die als Ohranlage in Anspruch genommenen Bildungen zu erkennen. Merkwürdiger Weise zeigen sich diese Anlagen nur noch auf der linken Seite, auf der rechten ist nichts mehr davon zu sehen und bereits ein weiteres Stadium der Rückbildung erreicht. Es ist dies ein Beweis für die tiefgreifende Asymmetrie in der Körperentwickelung der Cetaceen, welche sich schon in so jungen Stadien bemerklich macht.

Etwa 3 Millimeter von dem hinteren Rand der Augenanlage entfernt, zeigt sich eine deutliche Spalte, die Fossa angularis, welche ihre Längsausdehnung etwas schräg nach der Richtung des Scheitels zu besitzt. Diese Grube wird umwallt von einer in Höcker abgetheilten Erhebung der darum liegenden Haut. Ueber dem Gebilde, nach dem Nachhirn zu, liegt ein von einem zarten Hautwall umgebenes transparentes Hautfeld, welches etwas eingesunken ist und nichts anderes als die Anlage der durch die Conservirung collabirten Labyrinthblase sein kann. Eine schräg über das transparente Hautfeld verlaufende stärkere Hautverdickung theilt es in zwei Theile, von denen der vordere, der Augenanlage zugewendete eine bedeutendere Grösse besitzt als der hintere. So viel vermag man mit blossem Auge zu sehen, durch Anwendung starker Lupenvergrösserungen wird man in den Stand gesetzt, die Natur der die Fossa angularis umgebenden Umwallung näher kennen zu lernen. Es lassen sich zwanglos sechs Hügel unterscheiden, je drei auf jeder Seite, welche nach der inneren Oeffnung zu vollkommen deutlich von einander getrennt sind, nach der äusseren Peripherie zu aber, besonders deutlich an der hinteren Begrenzung, in einen gemeinsamen Wall übergehen. Die Abgrenzung wird besonders deutlich durch Ausbuchtungen der äusseren Gehöröffnung, welche zwischen die umgebenden Höcker hineingreifen. Die drei Höcker der vorderen Begrenzung gehören dem Unterkieferbogen, die drei der hinteren Begrenzung dem Hyoidbogen an. Den untersten Höcker der vorderen Begrenzung bezeichne ich als Höcker 1. Er ist vollkommen deutlich ausgebildet und durch ein seichte Furche von einer vor ihm nach der Mundspalte zu liegenden, ganz undeutlich ausgebildeten Erhebung getrennt. Eine schärfere Abgrenzung trennt ihn von dem darüber liegenden Höcker 2, der von der Begrenzung der äusseren Gehöröffnung fast völlig verdrängt worden ist, indem der dritte Höcker sich stark entwickelt hat und die äussere Gehöröffnung von oben her abgrenzt, so dass, divergirend von ihr ausgehend, zwei Einbuchtungen den Höcker 3 umgreifen. Die drei Höcker der hinteren Umgrenzung sind nur nach der Spalte zu deutlich von einander getrennt, nach hinten zu gehen sie in einen gemeinsamen Wall über, der etwas tiefer als die vordere Umwallung herabgreift. Der von mir mit 4 bezeichnete, an 3 sich anschliessende Höcker hat wie der zweite Höcker nicht mehr directen Antheil an der Begrenzung der Gehöröffnung, wohl aber der fünfte und sechste.

Vergleichen wir mit diesen Befunden die vorliegenden Angaben über die erste Entstehung des äusseren Ohres der übrigen Säugethiere, so tritt uns eine geradezu überraschende Aehnlichkeit in der Anlage entgegen, und ich glaube die vollständige Berechtigung zu haben, die von mir aufgefundenen 6 Höcker des äusseren Walohres mit den 6 Höckern, wie sie als äussere Ohranlage der anderen Säugethiere auttreten, zu homologisiren, um so mehr als auch die Lage der einzelnen Höcker vollkommen der bei den anderen Säugethieren beschriebenen Lage entspricht. Wir leiten aus diesem Befunde die Berechtigung zu dem Satze her: dass den Walthieren in ihrer ersten Entwickelung die Anlage eines äusseren Ohres zukommt, genau wie sie bei anderen Säugethieren in Erscheinung tritt. Zugleich folgert daraus, dass die von Howes bei den viel grösseren Embryonen beschriebene, als Pinnarudiment aufgefasste fadenförmige Bildung mit einem solchen, direct wenigstens, nichts zu thun hat.

Es entsteht nun die Frage, welche rückschreitende Umwandlung die eben beschriebene erste Anlage bei älteren Stadien erleidet.

Wie schon erwähnt, ist auf der rechten Seite des kleinen *Phocaena*-Embryos die Entwickelung weiter vorangeschritten, eine äussere Andeutung der Labyrinthblase findet sich nicht mehr vor, und ebenso sind die einzelnen Höcker derart zusammengeflossen, dass 1 und 2 vollständig mit einander verschmolzen sind, desgleichen 4, 5 und 6, und nur der Höcker 3 noch durch jetzt viel seichtere Ausbuchtungen der äusseren Gehörspalte selbständig geblieben ist. Die hintere Umwallung greift etwas tiefer herab als die vordere, ist aber noch nicht mit ihr verschmolzen. Ein Delphinembryo von 3,75 cm. directer Länge zeigt eine äussere Gehörspalte, vorn von einem schmäleren, hinten von einem stärkeren breiteren Wulst umgeben, welcher unten den vorderen noch ein Stück umgreift. Die beiden Wälle können wir als Helix hyoidalis und Helix mandibularis bezeichnen. Die Weiterentwickelung erfolgt nunmehr durch Verschmelzung beider Wülste zu einer runden Papille, auf deren Spitze die bedeutend kleiner gewordene äussere Gehöröffnung sitzt (Fig. 8, Taf. XIV). Zuerst konnte ich diese Papillenbildung an einem Delphin-Embryo von 5,6 cm. directer Länge beobachten; hier war die Bildung sehr ansehnlich und schon durch eine dunklere Färbung leicht von der hellen Umgebung unterschieden. Auf der Mitte der Papille sass die sehr feine Oeffnung des Meatus auditorius externus. Die Verengerung der äusseren Gehöröffnung erfolgt also sehr früh, sie ist relativ wie absolut am grössten bei Embryonen unter 5 cm. directer Länge.

Wie man auch aus den beigegebenen Abbildungen der Embryonen entnehmen kann, bleibt die Papille eine Zeit lang bestehen, dann verschwindet sie in derselben Weise, wie sie Schwalbe von dem Auricularkegel bei Reptilienembryonen beschreibt, durch vollständiges Verstreichen im Niveau der angrenzenden Haut.

Um mich über die von Howes als Pinnarudiment beschriebene fadenförmige Bildung zu informiren, untersuchte ich zunächst die Ohröffnung bei Weisswalembryonen von ungefähr der gleichen Grösse wie der, welcher Howes zur Verfügung stand. Es waren dies neun Embryonen, zum grösseren Theil von mir selbst mit Chromosmiumessigsäure, unter sehr guter Erhaltung der plastischen Verhältnisse conservirt. An keiner von 17 Ohröffnungen fand ich die betreffende fadenförmige Bildung vor, bei den kleineren Stadien sass die äussere Gehöröffnung noch auf einer Papille, und war bald sehr klein, bald grösser und spaltförmig, während die älteren Stadien bereits eine grubenförmige Einsenkung an Stelle der Papille aufwiesen. An einer Ohröffnung fand ich indessen die mögliche Lösung der Frage. Hinter der Spalte war nämlich ein Rest des ursprünglichen Papillenwalles noch deutlich erhalten und hatte sich an einer Seite etwas von der Unterlage abgelöst, so dass dadurch eine fadenförmige Bildung entstand. Dieses gelegentliche Vorkommnis ist es vielleicht, welches Howes zu der Ansicht geführt hat, das Rudiment einer äusseren Pinna vor sich zu haben.

Wir haben also gesehen, dass bei den Zahnwalen sich ein äusseres Ohr anlegt, in ganz typischer Weise wie bei den anderen Säugethieren; die 6 Höcker sammt den beiden äusseren Erhebungen, welche die Ohranlage bilden, verschmelzen mit einander zu einer die äussere Gehöröffnung umgebenden Papille, welche eine Zeit lang bestehen bleibt und im Allgemeinen bei Embryonen über 30 cm. in der umgebenden Haut verstreicht. Das von Howes beobachtete Pinnarudiment ist wohl nichts anderes als der gelegentlich länger persistirende hintere Theil des Walles der Ohrpapille, welcher sich theilweise von seiner Unterlage ablöst und fadenförmig wird.

Eine isolirte Stellung unter den Zahnwalen nehmen die *Ziphioiden* ein, und es empfiehlt sich daher, soweit es möglich ist, die Entwickelungsgeschichte des Ohres bei ihnen zu verfolgen.

Der kleinere mir zur Verfügung stehende Fötus (15,8 cm.) zeigte (s. Fig. 17, Taf. XV) eine deutliche Papillenbildung. An dem viel grösseren (55 cm.) war auf der einen Seite die Ohröffnung nur sehr schwierig als sehr feines Loch zu sehen, auf der anderen fand sich, 2,2 cm. vom hinteren Ende der Augen-

spalte entfernt, eine fadenförmige Bildung vor, die mich zunächst an die von Howes gegebene Beschreibung erinnerte. Als ich aber diese Hautstelle, in Serienschnitte zerlegt, unter dem Microscop untersuchte, fand ich ganz unerwartet, dass die fadenförmige Bildung nichts anderes als ein unzweifelhaftes Haar darstellt, welches zum äusseren Gehörgang herausgewachsen ist. Sofort fiel mir eine Bemerkung in Weber's Studien an Säugethieren ein, welche folgendes Citat aus Eschricht's Arbeiten enthält: »Auffallend ist es mir gewesen, dass ich in den äusseren Gehörgängen, nicht nur eines Fötus vom südlichen Wallfisch, sondern auch in denen eines erwachsenen alten Grönlandswalls ein einzelnes dickes Haar gefunden habe, welches am alten Thier etwa 1 Zoll aus der äusseren Gehöröffnung hervorstand.«

Durch diese frühere Beobachtung wird also auch das Vorkommen eines Haares im Gehörgang eines Döglingsembryos minder unbegreiflich; man muss sich nur vergegenwärtigen, dass der ausser Function gesetzte äussere Gehörgang die beste Stelle bietet, wo sich allenfalls noch ein Rest der früheren Haarbekleidung erhalten kann. Vielleicht sind auch die von Howes gesehenen Gebilde hiermit in Einklang zu bringen, obwohl dieser Autor andererseits schreibt, dass er in den fadenförmigen Anhängen nur ein paar Bindegewebsfasern gefunden habe.

Bartenwale.

Die Entwickelungsgeschichte des äusseren Ohres der Bartenwale in ähnlicher Weise zu verfolgen wie bei den Zahnwalen, war mir aus Mangel an ganz jungen Stadien nicht vergönnt, ich hoffe indessen, dass diese Lücke durch die Arbeiten meines Freundes G. A. Guldberg in Christiania ausgefüllt wird, dem die Schätze von Bartenwalembryonen des Bergener Museums zur Verfügung stehen. Vermuthlich wird die erste Anlage ganz die gleiche sein, wie die von mir bei Zahnwalen beschriebene, das zweite Stadium, die Papillenbildung, ist wenigstens, wie ich constatiren konnte, durchaus dasselbe. An einem Embryo von *Balaenoptera rostrata* von 20 cm. Länge sehe ich jederseits einen solchen Höcker, auf welchem die äussere Gehöröffnung ausmündet, 1,6 cm. vom Kieferwinkel, 1,3 cm. vom vorderen Ansatz der Brustflosse entfernt. Die grösseren Embryonen zeigen diesen Höcker nicht mehr. An einem Embryo von *Balaenoptera musculus* von 70 cm. Länge sehe ich die äussere Ohröffnung bereits als feine Oeffnung, die in einer spaltenförmigen Einsenkung der Haut liegt. Die Spalte läuft in der Längsrichtung des Thieres und liegt 3,9 cm. vom hinteren Ende der Augenspalte entfernt. Auch an den anderen in meinem Besitze befindlichen Bartenwalembryonen sehe ich das Gleiche, besonders gross erschien mir die äussere Gehöröffnung an einem Embryo von *Balaenoptera Sibbaldii* von 90,5 cm. Rückenlänge; auch hier war es eine in der Längsrichtung ziehende Spalte, 6 cm. vom hinteren Rande der Augenspalte entfernt, die Ränder der Gehöröffnung waren, allerdings unbedeutend, aufgewulstet, und die Oeffnung selbst besass eine Länge von circa 1 mm., so dass sie leicht aufzufinden war.

Am erwachsenen Thiere ist, wie alle älteren und neueren Beobachter übereinstimmend hervorheben, die äussere Ohröffnung ausserordentlich klein.

Zum Schlusse möchte ich auf die Wichtigkeit aufmerksam machen, welche die Entdeckung zweifelloser äusserer Ohranlagen für die stammesgeschichtliche Auffassung der Cetaceen besitzt. Das äussere Ohr ist eine Erwerbung, bestimmt, die durch die Luft fortgeleiteten Schallwellen aufzufangen, kommt also nur landlebenden Säugethieren zu. Da wir nun bei kleinen Walembryonen die ersten Anlagen des äusseren Ohres auffinden, während beim Erwachsenen nichts mehr davon zu sehen ist, so müssen wir schliessen, dass die Vorfahren der Wale landlebende Säugethiere gewesen sind. Der Grund, weshalb den erwachsenen Walen die äusseren Ohren fehlen, liegt einmal darin, dass der äussere Gehörgang obliterirt, schon um das Eindringen des Wassers in das Gehörorgan zu verhindern, und ferner in dem Umstand, dass den im

Wasser sich fortpflanzenden Schallwellen durch die das Gehörorgan bedeckenden festen Körpermassen kein Hindernis bereitet wird.

10. Mammarorgane der Cetaceen.

Von GEGENBAUR[1]) ist zuerst der grundlegende Gedanke zur Vergleichung der Mammarorgane der verschiedenen Säugethierordnungen gegeben worden. Nach ihm ist allen in einem gewissen Stadium ihrer Entwickelung eine Anlage gemeinsam, welche eine von der Cutis umwallte Tasche darstellt. Diese Tasche ist homolog der bei *Echidna* sich findenden Mammartasche. Die Weiterentwickelung der Mammarorgane aus der Mammartasche ist aber stark divergirend, je nach dem Antheil, welchen der Cutiswall oder das auf dem Grunde der Tasche liegende Drüsenfeld bei der Bildung der Saugwarze nehmen. Die divergentesten Zustände sind einmal Zitzenanlagen, bei welchen die Saugwarze ausschliesslich durch die Erhebung des Cutiswalles der Mammartasche zu Stande kommt, so dass letztere also persistirt (Ungulaten), und andererseits Zitzen, deren Saugwarze ausschliesslich durch die Erhebung des auf dem Grunde der Mammartasche liegenden Drüsenbodens entsteht.

Dieser Grundgedanke, welchen die Untersuchungen REIN's[2]) vergeblich zu erschüttern versucht hatten, wurde von Neuem aufgenommen von KLAATSCH[3]), der seine Richtigkeit an eingehenden embryologischen Untersuchungen verschiedenen Ordnungen angehörender Säugethiere nachwies und zwischen beiden extremen Zitzenbildungen eine Reihe von Uebergängen auffand.

Auch in Bezug auf die uns hier interessirende Frage nach der Natur der Cetaceenzitzen hat KLAATSCH eine Untersuchung angestellt, kommt jedoch aus Mangel an Material zu keinem abschliessenden Urtheil.

Er giebt eine Beschreibung der Zitze eines Embryos von *Delphinus globiceps* von $^1/_2$ Meter und beschreibt sie als eine in einem Spalte liegende kegelförmige Prominenz mit centraler Vertiefung, in die ein einziger Ausführungsgang mündet. In der Tiefe geht der Gang in eine Art Cisterne über, in welche die Drüsengänge von allen Seiten einmünden. KLAATSCH[4]) schreibt dann weiter: »Die Tasche, in welcher die Zitze verborgen ist, hat nicht die mindeste Aehnlichkeit mit einer Mammartasche, wie sie andere Säuger besitzen. Man mag sie so nennen, muss aber dabei im Auge behalten, dass es sich beim Delphin um eine accessorische Bildung handelt, die in Anpassung an das Leben im Wasser die Oeffnung des Ausführganges vor dem Eindringen des umgebenden Mediums schützt.«

Eingehender wird die Zitzenentwickelung der Walthiere erst von RYDER[5]) behandelt, welcher durch später noch zu erörternde Untersuchungen zu folgendem Schlusse kommt: »the gland as found in Cetacea, while displaying peculiar teleological modifications, must, so far as the mature anatomy and early development of the organ is concerned, be included with the type defined by GEGENBAUR as possessing pseudo-nipples.« RYDER kannte die Arbeit von KLAATSCH nicht, und erst WEBER[6]) versuchte, theils an dem in der Literatur vorliegenden, theils an neuem Materiale ein abschliessendes Urtheil zu gewinnen, kommt aber auch nicht zum Ziele: »Das bisher vorliegende Material ist noch zu dürftig, um mit Entschiedenheit eine Auffassung vertreten zu können, dennoch möchte ich mich RYDER nicht anschliessen.«

---

1) Jenaische Zeitschrift. Bd. VII. 1873 und Morph. Jahrb. Bd. I. 1876.
2) Archiv f. microscopische Anatomie. Bd. XX. 1882.
3) H. KLAATSCH, Zur Morphologie der Säugethierzitzen. Morph. Jahrb. Bd. IX. 1884.
4) KLAATSCH, l. c. p. 311.
5) J. RYDER, On the development of the mammary glands and genitalia of the Cetacea. Bulletin of the Un. St. Fish Comm. 1885. p. 135.
6) WEBER, l. c. p. 47.

Weber glaubt vielmehr, dass die Cetaceenzitze zu der von Klaatsch beschriebenen Categorie von Zitzen gehöre, »bei denen der Cutiswall der Hauptsache nach die bleibende Zitze bildet, auf deren Gipfel, unter mehr oder minder starker Reduction der Mammartasche, das Drüsenfeld liegt, aus welchem sich mehrere Drüsengänge entwickeln«. Solche Zitzen fand Klaatsch bei den Carnivoren vor.

Man ersieht aus diesen Literaturangaben, dass eine erneute und an einem umfangreicheren Materiale ausgeführte Untersuchung der Entwickelung des Mammarapparates der Cetaceen wohl am Platze ist, und ich will daher im Folgenden das niederlegen, was ich an den mir zur Verfügung stehenden Embryonen gefunden habe. Zuerst werde ich die Verhältnisse schildern, welche sich aus der äusseren Betrachtung der Anlagen ergaben, und dann zur microscopischen Untersuchung schreiten.

Ueber die ersten Anlagen des Milchdrüsenapparates bei verschiedenen Säugethierembryonen berichtet zuerst Rein [1]), welcher als erstes Stadium hügelförmige Anlagen beschreibt, die einer Wucherung der Malpighi'schen Schicht ihre Entstehung verdanken. Indem diese hügelförmigen Anlagen mit zunehmender Vergrösserung einsinken, bilden sich die soliden Einsenkungen des Epithels in die Haut, welche wir als die ersten Anlagen der Mammartaschen auffassen. In neuester Zeit ist noch ein jüngeres Stadium der Milchdrüsenanlagen von O. Schultze [2]) beschrieben worden, nach welchem eine über den seitlichen Theil der Rückenwand von vorn nach hinten laufende Epidermisleiste die gemeinsame epitheliale Anlage des Milchdrüsenapparates darstellt, die von ihm Milchlinie genannt wird. Aus dieser Milchlinie sollen sich durch Verdickungen an einzelnen Punkten die hügelförmigen Anlagen ausbilden, welche Schultze als primitive Zitzen bezeichnet.

Zu meinen eigenen Untersuchungen übergehend, möchte ich zuvor bemerken, dass, wie allgemein bekannt ist, bei den Walen nur ein Zitzenpaar existirt, welches seitlich vom Geschlechtsorgan liegt. Um so mehr war ich überrascht, bei dem jüngsten mir zur Verfügung stehenden Embryo einer *Phocaena communis* von 2,5 cm. directer Länge, nicht weniger als acht primitive Zitzen vorzufinden, vier auf jeder Seite (s. Fig. 5, Taf. XIV). Sie liegen zu beiden Seiten der Anlage des Geschlechtshöckers und stehen auf demselben Stadium, welches Rein als »hügelförmige Anlagen« beschrieben hat. Es sind zwei grössere und zwei kleinere primitive Zitzen jederseits vorhanden, die in den Winkeln eines Rechteckes liegen, und zwar sind die beiden grösseren die beiden unteren. Sie liegen ziemlich weit auseinander, so etwa, dass die äussere doppelt so weit vom Genitalhöcker entfernt ist als die innere. Ueber einer jeden dieser beiden grösseren primitiven Zitzen nach der Kopfseite zu liegt eine bedeutend kleinere, zwar sehr nahe an die untere gerückt, aber doch deutlich von ihr getrennt.

Von einer Milchlinie, wie sie Schultze beschreibt, konnte ich trotz des ausgezeichneten plastischen Erhaltungszustandes des Embryos nichts bemerken, und ich glaube daher, dass das vorliegende Stadium bereits etwas zu gross war.

Wir haben also den Befund zu constatiren, dass in den jüngsten Entwickelungsstadien des Braunfisches nicht zwei, sondern acht Zitzenanlagen erscheinen.

Es wäre nun von Interesse gewesen, die allmähliche Reduction der Zitzenanlagen in den folgenden Stadien nachzuweisen, allein mein Material liess mich leider im Stich, indem die nächst grösseren Embryonen sämmtlich männlichen Geschlechtes waren. Der nächstkleine Embryo, welcher weiblichen Geschlechtes war, war ein *Monodon monoceros* und maass 6,4 cm. directe Länge. Von Zitzenanlagen sehe ich vier, zwei auf jeder Seite, das eine, obere Paar hat bereits die Lage eingenommen, welche die Zitzen des erwachsenen Thieres zeigen, auf dem das äussere Geschlechtsorgan seitlich umgebenden Geschlechtswulst

1) G. Rein, Untersuchungen über die embryonale Entwickelungsgeschichte der Milchdrüse. Arch. f. microsc. Anatomie. Bd. XX. p. 452.

2) O. Schultze, Ueber die erste Anlage des Milchdrüsenapparates. Anat. Anzeiger. 1892. p. 265.

(s. Fig. 14, Taf. XV). Es war aber noch ein anderes Paar Zitzen vorhanden, beträchtlich kleiner zwar, aber doch deutlich zu erkennen. Sie lagen unterhalb des oberen Paares, aber noch oberhalb des Afters, waren ein gutes Stück weiter von der Mittellinie des Körpers entfernt, als das obere Paar, und ihre Schlitze waren nicht parallel, sondern schräg nach unten divergirend gerichtet. Es ist schwer, diese vier Zitzen in Beziehung zu den acht Zitzen des jüngsten Stadiums von *Phocaena* zu bringen, und es ist besser, abzuwarten, bis noch jüngere Stadien des Narwals uns die Homologien kennen lehren. Ein grösserer weiblicher Embryo von *Monodon monoceros* von 25,7 cm. Länge zeigte nur noch ein Zitzenpaar, und zwar seitlich von dem Geschlechtsorgane, jedoch ziemlich weit von der Mittellinie entfernt.

Weiter war ein Embryo von *Globiocephalus melas*, 15,9 cm. lang, über den Rücken gemessen, weiblichen Geschlechtes und zeigte folgende Zitzenanlagen. Es verlaufen zunächst ein paar Längsschlitze zu beiden Seiten des äusseren Geschlechtsorganes, und zwar auf der Höhe seiner unteren Hälfte, von dem Rande der Geschlechtsorganöffnung jederseits nur 1 mm. entfernt. Ein zweites Paar Zitzenanlagen findet sich weiter körperabwärts, unterhalb des Geschlechtsorganes, aber noch oberhalb des Afters. Beide untere Zitzenanlagen liegen in derselben Längslinie wie die oberen, sind aber beträchtlich kleiner (s. Fig. 21, Tafel XV). Es sind also auch bei diesem Embryo noch 4 Zitzenanlagen vorhanden, von denen aber, wie aus der Vergleichung mit älteren Embryonen hervorgeht, die beiden unteren allmählich verschwinden, so dass nur die beiden oberen, zur Seite des Geschlechtsorganes gelegenen übrig bleiben.

Combiniren wir dieses Stadium mit dem vorher beschriebenen jüngsten, so können wir Folgendes schliessen. Es finden sich ursprünglich bei den Zahnwalen 8 Zitzenanlagen vor, je 4 zu beiden Seiten des äusseren Geschlechtsorganes gelegen, und zwar 2 obere und 2 untere, respective 2 innere, der Mittellinie des Bauches genäherte, und 2 äussere. Im Laufe der Entwickelung schwinden nun 6 von diesen Zitzenanlagen, und nur 2 bleiben übrig zur vollständigen Ausbildung. Die Reduction scheint verschieden vor sich zu gehen, doch können darüber erst weitere Untersuchungen an anderen sehr kleinen Walembryonen sicheren Aufschluss geben.

Bei *Monodon* verschwinden die beiden unteren, und bei *Phocaena* erfolgt jedenfalls die Reduction der Art, dass zunächst die beiden oberen Zitzenanlagen verschwinden, und dass dann von den beiden unteren die äussere folgt und nur die innere persistirt. Bei *Globiocephalus* dagegen scheinen die beiden äusseren zuerst verschwunden zu sein (falls sie überhaupt, was nicht constatirt werden konnte, zur Anlage kommen), und von den beiden inneren scheint die untere demselben Schicksal zu verfallen. Neuen Untersuchungen wird es vorbehalten bleiben, diese Reductionen im Einzelnen festzustellen, uns muss es hier genügen, constatirt zu haben, dass bei ganz kleinen Embryonen 8, bei etwas grösseren 4, bei noch grösseren, wie beim Erwachsenen, nur 2 Zitzenanlagen vorhanden sind, und dass die übrig bleibenden Zitzen die neben der Geschlechtsöffnung liegenden sind. Alle grösseren Embryonen zeigen übereinstimmend nur noch 2 Zitzenanlagen. Bei einer Anzahl weiblicher Embryonen von *Beluga leucas* fanden sich die Zitzen als längliche Schlitze zu beiden Seiten des unteren Theiles der Geschlechtsöffnung (Fig. 22, Tafel XV), und eine ganz ähnliche Lagerung findet sich bei den anderen Zahnwalen, nur bei *Hyperoodon* (Fig. 23, Taf. XV) prägt sich schon beim Embryo eine verhältnismässig grosse Entfernung der beiden Zitzen von einander aus, auch liegen bei dem zur Untersuchung herangezogenen Embryo von 66 cm. Rückenlänge die Zitzen auf einem etwas tieferen Niveau, als die Geschlechtsorganöffnung. Man kann sagen, dass sie, mit dem After und der Geschlechtsöffnung verbunden, in den beiden gegenüberliegenden Ecken eines Quadrates liegen.

Es finden sich also bei den Embryonen der Zahnwale mehr Zitzenanlagen, als bei den Erwachsenen zur Ausbildung kommen, und der Schluss ist daher berechtigt, dass die Vorfahren der Zahnwale mehr Zitzen besessen haben. Da nun im Allgemeinen das Maximum der Zitzenzahl der Zahl der gleichzeitig erzeugten Jungen entspricht, so können wir weiter-

hin schliessen, dass die Vorfahren der Zahnwale mehr — bis zu 8 — Junge gleichzeitig zur Welt gebracht haben, als jetzt thatsächlich geboren werden. Fast ausnahmslos wird bei den jetzigen Zahnwalen nur ein Junges, in sehr seltenen Fällen ein Zwillingspaar erzeugt, und wir können, nachdem wir gesehen haben, dass die Vorfahren mehrere gleichzeitig producirten, diese Reduction der Zahl als eine Anpassung an die Lebensweise im Wasser ansehen. Der neugeborene Zahnwal entbehrt des elterlichen Schutzes fast vollständig und ist sehr bald auf selbständigen Nahrungserwerb angewiesen, er ist deshalb zur Zeit der Geburt bereits vollkommen entwickelt und im Verhältnis zur Mutter von enormer Grösse. So fand ich die Länge eines Embryos von *Neomeris phocaenoides* zu 52 cm., die seiner Mutter zu 139 cm. Das Verhältniss der Länge war also 1 : 2,69, womit noch gar nicht einmal gesagt ist, dass der Embryo schon seine volle Länge erreicht hatte.

Dadurch wird es uns auch verständlich, weshalb die Reduction in der Zahl der gleichzeitig entwickelten Jungen bei den Zahnwalen (und, wie ich gleich hinzufügen will, auch bei den Bartenwalen) erfolgen musste. Es konnten eben nur ein oder höchstens zwei Embryonen von derartiger enormer Länge im Körper der Mutter beherbergt werden. Wie die Reduction der Zahl der Jungen, so ist demnach auch die Reduction der Zahl der Zitzen eine Anpassung ans Wasserleben.

Nicht minder interessant ist die Lagerung der ursprünglich angelegten Zitzen, die sämmtlich in der Leistengegend sich vorfinden. Wenn ich auf Grund meiner Studien in der Lage sein werde, positivere Schlüsse auf den Ursprung der Cetaceen und ihre verwandtschaftliche Stellung zu anderen Säugethierordnungen zu ziehen, werde ich auf diesen Punkt nochmals besonders zurückkommen.

Zur Untersuchung der microscopischen Structur der Zitzen verwandte ich als jüngstes Stadium den Embryo von *Monodon monoceros* von 13,8 cm. Rückenlänge. Querschnitte durch die Zitzenanlagen zeigten mir Folgendes: Das Epithel hat sich als compacte Masse ziemlich tief in das Bindegewebe eingesenkt, welches in dichter concentrischer Anordnung als erste Anlage einer Areolarschicht die epitheliale Einsenkung umgiebt. Muskelbündel umziehen die Anlage, und ein starkes Blutgefäss geht dicht unter ihr weg. Von Drüsenanlagen ist noch keine Spur zu sehen. Diese Anlage stimmt durchaus mit dem Bilde überein, welches Ryder [1]) von der Zitzenanlage eines 2 Zoll langen Embryos von *Globiocephalus* giebt, doch erscheint mir seine Deutung einer schwachen Erhebung auf der Oberfläche der Epitheleinsenkung als Drüsenpapille ganz verfehlt. Ich erblicke in der ganzen Bildung nur die erste Anlage einer Mammartasche, wie sie sich in der gleichen Weise auch bei anderen Säugethieren anlegt.

Um die Weiterentwickelung der Milchdrüsenanlagen zu verfolgen, wählte ich eine Querschnittserie durch den Hinterleib eines weiblichen Embryos von *Beluga leucas* von circa 25 cm. Länge. Dieses Stadium erwies sich als ganz besonders geeignet, über die erste Anlage dieses Organes Auskunft zu geben. Wie ein Blick auf die äusseren Verhältnisse dieser betreffenden Körpergegend zeigt (s. Fig. 22, Taf. XV), sind die Milchdrüsen bei derartigen Embryonen von aussen kenntlich als zwei schmale in der Längsrichtung des Körpers liegende Schlitze, welche sich zu beiden Seiten des äusseren Geschlechtsorganes, auf der höchsten Erhebung der Geschlechtswülste vorfinden. Das zu der Schnittserie benutzte Stadium ist noch etwas jünger als das des Flächenbildes, es ist hier noch nicht zur Ausbildung eines hohlen Schlitzes gekommen, sondern wir sehen an Stelle dessen eine noch solide Epitheleinstülpung, die sich darstellt als ein anfänglich schmales, unten aber kugelig anschwellendes Gebilde. Aussen umkleidet ist die Epitheleinsenkung von einer Schicht hoher Cylinderzellen, die sich auch an dem engen Hals der Einsenkung verfolgen lassen, bis zu dem Rete Malpighii der Oberhaut, so dass sie sich als Abkömmlinge des letzteren er-

1) John A. Ryder, On the development of the mammary glands and genitalia of the Cetacea. Bulletin of the United States Fish Commission. Vol. V. 1885. p. 135.

weisen. Das Innere der Blase ist angefüllt mit Epithelzellen, welche in bereits etwas gelockertem Zusammenhange stehen, diese Zellmasse hängt zusammen und stammt ab vom Stratum lucidum. Aber auch das Stratum corneum nimmt Antheil an dieser Bildung, es senkt sich tief in deren Hals herein und umgiebt auch noch, sich flächenförmig ausbreitend, den obersten Theil des Inhaltes der kugelförmigen Erweiterung.

Das umgebende Bindegewebe nimmt ebenfalls Theil, es hat sich concentrisch um die Epitheleinsenkung herumgelagert und bildet eine ziemlich dichte Hülle (Areolargewebe von KLAATSCH).

Im Inneren der Epitheleinsenkung findet nun eine Sprossung des auskleidenden Cylinderepithels statt, derart, dass eine starke Einsenkung sich weniger in die Tiefe als vorwärts nach dem Kopfe zu begiebt. Auf der einen Seite gabelt sich der Spross sehr bald in zwei neben einander laufende, durch Bindegewebe getrennte Epithelstränge, auf der anderen ist er ungetheilt, auf beiden Seiten sind aber diese Sprossen nicht solid, sondern mit weitem Hohlraume versehen und vielfach ausgebuchtet. Sie ziehen ein gutes Stück nach vorn, bevor sie endigen. Wir haben sie aufzufassen als die erste Anlage der eigentlichen Milchdrüsen, während die grosse von aussen erfolgende Epitheleinstülpung nichts anderes darstellt als die Mammartasche, welche sich tief in den Körper eingesenkt hat.

Auf der Seite, wo sich die beiden Drüsencanäle befinden, die erst kurz vor der Einmündung in die Mammartasche zusammenfliessen, befinden sich neben dieser Hauptmündung noch ein paar, wenn auch undeutliche Mündungen ganz kurzer kleiner Canäle, die auf der anderen Seite durchaus fehlen.

Zu bemerken ist ferner an der Serie, dass es noch nicht zur Anlage eines weiten unter der Drüsenmündung liegenden Hohlraumes, einer Cisterne gekommen ist.

Ueber die Weiterentwickelung der Drüsengänge informirte mich eine Schnittserie durch die Zitze eines etwas grösseren *Beluga*-Embryos. Die epitheliale Einstülpung, welche der Mammartasche entspricht, war noch solid, wenn auch die im Inneren gelegenen Zellen nur noch in gelockertem Zusammenhange standen. Am Grunde der flaschenförmigen Einstülpung mündet der unpaare Milchdrüsengang, unter geringer Erhebung des umgebenden Drüsenfeldes (Fig. 54). Die Bildung der Milchdrüsenpapille erfolgt demnach später als die Anlage der Drüsen. Der untere Theil des Milchdrüsenganges erweitert sich ziemlich bedeutend und liefert die erste Anlage der beim Erwachsenen so ausgedehnten Cisterne. Im oberen Theil des Milchdrüsenganges, welcher mehr und mehr nach vorn zieht, münden zahlreiche kurze Epithelausstülpungen ein, welche ebensoviele Anlagen von Milchdrüsen darstellen (Fig. 55). Dass die sogenannte Cisterne aus dem vorderen Theil des gemeinsamen Drüsencanales entsteht, zeigt sich einmal darin, dass sie von demselben Epithel ausgekleidet ist wie die Drüsencanäle, und ferner, dass sie in der vorhin beschriebenen Serie des jüngeren Embryos noch völlig fehlt, so dass sie also erst in dem Zeitraum zwischen beiden Stadien aus dem vorderen Theil des Drüsencanales entstehen kann.

Wenn RYDER schreibt: »By what process of development, however, the great median sinus of the Cetacean mammary gland was produced, we do not know, and must wait for the elucidation of this part of the subject, through the study of more material«, so glaube ich durch meine Befunde diese Lücke ausgefüllt zu haben.

Grosse Schwierigkeiten hat diesem Autor auch die Entwickelung der Hautfalten bereitet, welche die Papille umgeben, und auch WEBER schreibt darüber: »In anderer Terminologie haben wir es mithin mit der Anlage einer Mammartasche (primäre Epithelanlage REIN's) zu thun, in die, wenn die Beobachtung von RYDER richtig ist, ein Hornpfropf (KLAATSCH) hineinragt. Die Tasche, worin beim erwachsenen Thiere die Zitze verborgen liegt: die Zitzentasche, kann mithin keine Mammartasche sein. Es ist eine Bildung sui generis, von welcher RYDER auf den beschriebenen Schnitten die erste Andeutung sah in Form von zwei schwachen Erhebungen um die Anlage der Zitze.«

Danach hätten also beide Bildungen, die ursprüngliche Mammartaschenanlage und die von Weber mit dem guten Ausdruck »Zitzentasche« bezeichnete Faltenbildung, nichts mit einander zu thun. Dem muss ich aber widersprechen, ich halte vielmehr die Zitzentasche für nichts anderes als eine persistirende und etwas modificirte Mammartasche. Der Irrthum scheint mir daher zu rühren, dass Ryder die erste Anlage der Papille, anstatt in der Tiefe am Drüsenboden der Mammartasche, an der Oberfläche von deren Anlage sucht (siehe den betr. Holzschnitt in Ryder's Arbeit p. 135). Die Zitzentaschenbildung kommt vielmehr dadurch zu Stande, dass sich der Drüsenboden der im Grunde stark erweiterten Mammartasche erhebt und die Papille liefert, in welcher der Drüsencanal ausmündet, und dass die seitlich von der Papille liegenden Theile der Mammartasche sich in zwei Längsfalten vertiefen.

Fig. 54.

Fig. 55.

Fig. 54. Querschnitt durch die linke Zitzenanlage eines Embryos von *Beluga leucas* von 33 cm. Länge.

Fig. 55. Querschnitt durch die Cisterne und die Drüsengänge der linken Zitzenanlage eines Embryos von *Beluga leucas* von 33 cm. Länge.

Diese Umwandlung der ursprünglich als solider Epithelpfropf angelegten Mammartasche in die »Zitzentasche« lässt sich sehr gut verfolgen an der Querschnittserie durch die Zitzenanlage eines Embryos von *Hyperoodon rostratus* von 55 cm. Länge. Hier haben wir folgende Verhältnisse zu constatiren. Wie Fig. 23, Taf. XV, zeigt, sind äusserlich die Anlagen der Zitzen kenntlich als zwei weit auseinander liegende feine Schlitze. Auf Querschnitten sieht man nun, dass jeder dieser Schlitze in eine ziemlich geräumige Höhle führt, deren Wandung von demselben Epithel ausgekleidet wird wie die äussere Haut. Es sind nicht nur die ersten Anlagen der langen secundären Papillen vorhanden, sondern es finden sich auch dieselben Pigmentzellen zwischen den Zellen des Rete Malpighii eingelagert, welche in der äusseren Haut vorkommen. Die Wand der Höhlung documentirt sich also als Abkömmling der äusseren Körperbedeckung. Der Hohlraum ist theilweise angefüllt mit regellos durcheinander gelagerten Lamellen der Hornschicht, welche

theilweise noch mit seiner Wandung in Verbindung stehen. Zweifellos sind diese Gebilde in der Rückbildung begriffen, es sind die letzten Reste der in die ursprünglich solide Epithelknospe mit eingedrungenen obersten Schichten der Epidermis, die auf diese Weise zu Grunde gehen und einem immer grösser werdenden Hohlraum Platz machen. Am Boden der Höhlung, die wir nur mit der Mammartaschenanlage der früheren Stadien identificiren können, findet sich eine Erhebung, in welcher ein feiner Schlitz ausmündet, der den vordersten Theil des Milchcanales darstellt. Nur eine solche Mündung findet sich vor. Dieser Milchcanal, von Epithel ausgekleidet, spaltet sich sehr bald in zwei Aeste; der eine Ast hat einen ziemlich langen Verlauf, giebt an seinem hinteren Ende noch wenige kleine Seitenäste ab und endigt blind. Der andere Ast ist viel kürzer, geht direct nach unten und mündet in einen weiten, vielfach ausgebuchteten Hohlraum ein, die Cisterne. In die Cisterne, welche von demselben Epithel ausgekleidet ist wie der Milchcanal, und welche sich daher nur als der stark erweiterte untere Theil des letzteren repräsentirt, münden von allen Seiten Milchdrüsen ein. Die gesammte Drüsenanlage wird eingehüllt von einem sehr dichten Bindegewebe, welches seinerseits wieder umgeben ist von Muskelmassen, die nicht nur am Boden und seitlich, sondern auch über der Drüsenanlage sich hinziehen.

Ueber den Bau der Zitze erwachsener Zahnwale fehlt es nicht an Angaben. So beschreibt bereits Rapp [1]) die Milchdrüse des Braunfisches als eine Drüse von Handbreite und Zweifingerdicke, welche zwischen der fibrösen Scheide des geraden Bauchmuskels und dem Hautmuskel des Bauches liegt. Im Inneren der Drüse verläuft der Länge nach der Ausführgang, der sehr weit wird und die Mündungen vieler kleinerer Gänge aufnimmt. Mit einer einfachen Oeffnung mündet dieser Gang in einer kleinen Warze, die in einer eigenen länglichen Vertiefung liegt. »Durch den Umstand, dass das Euter von dem starken Hautmuskel bedeckt ist, wird es erklärlich, wie dem jungen Thier die Milch in den Mund gespritzt werden kann.«

In neuerer Zeit berichtet P. van Beneden [2]) über die Milchdrüsen eines hochschwangeren *Globiocephalus melas*: »les mamelles mêmes ne font pas de saillie à l'extérieur; elles sont logées trop profondément entre la couche de graisse et les muscles. Elles se développent à une assez grande distance sur le côté, et s'étendent en avant et en haut au-dessus de l'os du bassin.

Les conduits galactophores s'abouchent dans un vaste sinus assez spacieux pour y loger le poing; en l'ouvrant on voit confluer les canaux excréteurs de tous côtés, et quelques-uns d'entre eux sont assez gros pour y introduire facilement le doigt.«

Anderson beschreibt die Zitzen einer weiblichen *Orcella brevirostris* folgendermaassen: Unter der Zitze liegt ein enorm erweiterter horizontaler Raum, der sich nach vorn zieht, und in welchen alle Milchdrüsengänge einmünden.

Für *Platanista gangetica* [3]) giebt er jederseits eine in einem tiefen Schlitze liegende Zitze an, welche von einer einzigen Oeffnung durchbohrt ist. Der Canal ist sehr kurz und mündet in eine weite Kammer, in welche sich Milchdrüsengänge öffnen. Die äussere Oberfläche der Kammer ist mit einem Sphincter versehen. Nach vorn zu von dieser Kammer liegt eine zweite grössere, in welche sich die grösseren Milchdrüsengänge öffnen. Die eigenthümliche Beschaffenheit der Schnauze führt Anderson zu der merkwürdigen Annahme, dass das Junge die Zitze nicht mit der Schnauzenspitze ergreife, sondern mit der Schnauzenbasis.

Ueber die Mammarorgane von *Globiocephalus melas* berichtet Murie [4]): The mammary glands as

1) Die Cetaceen etc. 1837. p. 177.
2) P. van Beneden, Recherches sur la faune littorale de Belgique. Cétacés. 1860. p. 8.
3) l. c. p. 477.
4) Murie, On the organization of the Caaing Whale. Trans. Zool. Soc. Vol. VIII. Part 4. 1873. p. 285.

might be expected in a young animal, were but of moderate size, namely, about 4 inches long, and their glandular structure in consequence feebly developed. These organs, as in other Cetacea, lie upon each side of the vulva, and open outwardly by a small slit containing a retracted nipple, in this case apparent, but only imperfectly pronounced. The glands themselves have a tough fibrous external coat, and are surrounded by a strong constrictor muscle.«

Eine kurze Beschreibung des Mammarorganes von *Phocaena communis* liefert ferner Ryder [1]): Es ist eine flache Drüse, etwa 1 Fuss lang, 3 Zoll breit und über einen halben Zoll dick, mit einer einzigen Oeffnung, die in einen weiten Sinus führt.

Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, ein ganz frisches weibliches Exemplar von *Phocaena communis* untersuchen zu können. Das Thier war noch sehr jung und mass über den Rücken nur 128,3 cm. Zu beiden Seiten des langen, Geschlechtsorgan wie After bergenden Schlitzes liegen, 2 cm. davon entfernt, die beiden Zitzen, äusserlich kenntlich als zwei Hautschlitze, deren kräftige Umwallung dicht aneinander drängt. Erst wenn man die beiden seitlichen Wälle des 0,9 cm. langen Schlitzes auseinanderbiegt, sieht man den Boden der circa 2 cm. tiefen Tasche, und wenn man aufmerksam zusieht, kann man die Zitze als eine Erhebung, in der Mitte mit einer Oeffnung versehen, am Grunde der Einsenkung erkennen (s. Fig. 39, Tafel XVII).

Um die feinere Structur zu ergründen, fertigte ich durch diese Zitze Querschnitte an. Ein solcher Querschnitt (s. Fig. 40, Tafel XVII) zeigt, dass die Zitzentasche aus einem weiteren, ziemlich geräumigen inneren Theile und einem schmalen nach aussen führenden Schlitze besteht. Am Grunde erhebt sich der Boden der Tasche kegelförmig und ist durchbohrt von dem ziemlich weiten Ausführungscanal. Die microscopische Untersuchung zeigt, dass die gesammte Auskleidung der Zitzentasche aus denselben Elementen besteht, wie die Körperoberfläche. Es finden sich die bei der Hautbedeckung besprochenen, langen, secundären Cutispapillen auch hier vor, und zwar nicht nur an den Wandungen der Zitzentasche, sondern auch in der kegelförmigen Papille, die dadurch eine ganz besondere Festigkeit erlangt. In den ausführenden Canal münden einige kleine seitliche Drüsencanäle, dann erweitert er sich zu dem geräumigen Sinus, den wir als Cisterne kennen gelernt haben. Die Musculatur ist sehr viel stärker ausgebildet, als wir sie bei den Embryonen kennen gelernt hatten, und tritt die Wandungen der Cisterne entlang bis an den Ausführungscanal heran.

Zusammenfassung.

Auf Grund unserer Untersuchungen fällt es uns nunmehr nicht schwer, ein Bild von der Entwickelung der Milchdrüsen der Zahnwale zu erhalten. Die erste Anlage ist die gleiche, wie bei anderen Säugethieren, die solide Epitheleinstülpung, welche der Mammartaschenanlage der Monotremen homolog ist, wandelt sich allmählich in einen Hohlraum um, der eine langgestreckte Gestalt erhält und zur Zitzentasche wird.

Auf dem Boden der Einstülpung mündet ein einziger Ausführgang aus, um dessen Mündung sich der Boden der Mammartasche allmählich als kegelförmige Prominenz erhebt und die Zitzenpapille bildet. Der Ausführgang kommt her von einem geräumigen, mit Epithel ausgekleideten Sinus, der Cisterne, deren Entstehung nur auf eine Erweiterung des unteren Theiles des Ausführungsganges zurückzuführen ist. In die Cisterne münden von allen Seiten die Ausführgänge der Milchdrüsen ein.

Kleinere Embryonen lehren, dass das Vorhandensein eines einzigen Ausführganges eine secundäre

1) Ryder, On the development of the mammary glands and genitalia of the Cetacea. Bull. U. St. Fish Comm. Vol. V. 1885. p. 137.

Erscheinung ist, dass aber die anderen angelegten Gänge theils sehr frühzeitig verschwinden, theils von dem persistirenden Gange aufgenommen werden.

Der Bau des entwickelten Mammarorganes, die grosse Ausbildung der Cisterne, sowie die die gesammte Drüse umziehende Musculatur lassen die schon von HUNTER gemachte Annahme als sehr wahrscheinlich erkennen, dass die Milch in der Cisterne angesammelt und dem Jungen gelegentlich durch Contraction der umgebenden Musculatur ins Maul gespritzt wird. Die Zitzentasche hat bei diesem Act die Function die Ränder der Schnabelspitze des Jungen zu umfassen, und dient sonst wohl auch als ein fester Verschluss, welcher die Oeffnung der Drüse von dem umgebenden Wasser abschliesst.

Bartenwale.

Ueber die Mammarorgane der Bartenwale und ihre Entwickelung kann ich mich kürzer fassen, da sie im Wesentlichen denen der Zahnwale gleichen.

Die Zitzen eines weiblichen Exemplares von *Balaenoptera Sibbaldii* von 78 $^3/_4$ Fuss Länge beschreibt TURNER [1]) folgendermaassen: Eight inches on each side of the female passage was a funnel-shaped elevation of the integument, at the summit of which a circular aperture, which readily admitted the tips of the fingers into a fossa about 4 inches deep, was seen. Projecting from the bottom of this fossa, but not through the circular aperture at its summit, was a large nipple about 3 inches long, which possessed an orifice at its free end — the termination of the great lacteal duct, — into which the forefinger could be passed. A number of pedunculated papillae were situated at the summit of the nipple around this orifice«. Ueber die Drüse selbst berichtet dieser Autor [2]), dass sie in einer Länge von 7—8 Fuss sich vorwärts erstreckte, bei einem grössten Durchmesser von 20 Zoll. Der Centralcanal bildet an der Basis der Zitze einen enormen Sinus, in welchen ausserdem eine grössere Anzahl anderer sehr weiter Canäle ausmündete, die sich in verschiedene Theile der Drüse hinein erstreckten. Der Sinus verengert sich nach der Zitze zu und mündet in ziemlich enger Oeffnung an deren Spitze aus. In der Umgebung der Zitze befanden sich zahlreiche Blutgefässe, sowie aussen davon ein Muskel.

Ueber die Verhältnisse bei Embryonen berichtet WEBER; er fand, dass bei einem Embryo von *Balaenoptera rostrata* von 95 cm. Länge zwei Ausführungsgänge vorhanden sind, die in einer Oeffnung ausmünden. Daneben waren zwei Epithelsprossen, die zweifelsohne auch dem Drüsenfelde angehören und Anlagen von Drüsengängen darstellen, die aber nicht zur weiteren Entwickelung kommen.

Bei einem Fötus von *Balaenoptera Sibbaldii* von 2,27 m. Länge fand er nur einen die Zitze durchziehenden Ausführungsgang.

Eigene Untersuchungen, angestellt an Querschnitten durch die Zitze einer *Balaenoptera musculus* von 70 cm. Länge, zeigten mir ein ganz ähnliches Verhalten, wie ich es bei Zahnwalen beschrieben habe. Am Grunde der langgestreckten Zitzentasche befindet sich eine kleine halbkugelige Erhebung, in welcher ein Ausführungsgang ausmündet, der sich sehr bald stark erweitert und so die Anlage der Cisterne darstellt, in welche von allen Seiten die Milchdrüsengänge einmünden. Die Cisterne ist von demselben Epithel ausgekleidet, wie die Drüsengänge. Die gesammte Drüsenanlage ist in ein wenig differenzirtes Bindegewebe eingebettet, um welches sich mächtige Muskelmassen herumziehen.

Obwohl mir die jüngeren Stadien fehlen, welche zu einer vollkommenen Aufklärung des Entwickelungsmodus nöthig sind, so glaube ich doch schon aus der Aehnlichkeit des eben beschriebenen

---

1) TURNER, Account of the great Finner Whale stranded at Longniddry. Transactions Royal Soc. Edinb. Vol. XXVI. Part I. p. 201.

2) ibid. p. 211.

Stadiums mit der Zahnwalzitze schliessen zu dürfen, dass auch die Entwickelung die gleiche sein wird, und dass die für die Zahnwalzitze gezogenen Schlussfolgerungen auch für die Bartenwalzitze gültig sind.

11. Ueber Zitzenrudimente beim Männchen.

Von den von PALLAS [1]) aufgefundenen Zitzenrudimenten beim Männchen gab eine ausführlichere Darstellung zuerst ESCHRICHT [2]), der sie sowohl bei männlichen Zahn- wie Bartenwalen vorfand und zu dem Schlusse kommt: »Zitzen und Milchdrüsen finden sich also zweifelsohne bei allen männlichen Wallthieren; die Zitzen in Hautschlitzen verborgen, ganz wie bei den weiblichen Thieren, diese Schlitzen selbst an jedem Fötus (nur an einem $2\,^1/_2$" kleinen Braunfisch-Fötus konnte ich sie nicht erkennen), sowie an jedem erwachsenen Wallthiere männlichen Geschlechts deutlich zu Tage liegend.« Eine weitere zusammenfassende Arbeit über diesen Gegenstand liefert WEBER [3]), der bei verschiedenen Walembryonen die Zitzenrudimente näher beschreibt, auch microscopische Untersuchungen über deren Bau angestellt hat, und in einem Punkte ESCHRICHT's Angaben corrigirt, indem er zeigt, dass des letzteren Autors Beschreibung der Zitzenrudimente, als in kleinen Schlitzen verborgen, nicht für alle Cetaceen passt, sondern dass bei *Globiocephalus melas* diese Schlitze fehlen, und bei *Orca* nur ein paar runde Oeffnungen ohne Zitzen vorkommen.

Einer eigenthümlichen Auffassung bezüglich der männlichen Zitzenrudimente begegnen wir bei RYDER [4]). Dieser Autor konnte nämlich weder bei einem kleinen, 3 Zoll langen männlichen Braunfischembryo, noch bei einem 11 Zoll langen männlichen Delphinembryo Spuren der Mammaranlagen finden. Dagegen fand er sie auf bei einem grossen Embryo von *Balaenoptera musculus*, und diese Thatsachen führen ihn zur Aufstellung eines wichtigen Unterschiedes zwischen Zahn- und Bartenwalen. Die männlichen Embryonen ersterer sollen im Gegensatz zu letzteren keine Zitzenrudimente besitzen. Dass diese Auffassung grundfalsch ist und nur auf groben Beobachtungsfehlern beruht, lässt sich schon aus den von RYDER unberücksichtigten Angaben der früheren Autoren erkennen, und wird im Folgenden ohne weiteres klar werden.

Zunächst erhebt sich die Frage, ob sich nicht in gleicher Weise, wie ich es bei weiblichen Embryonen gefunden habe, auch bei den männlichen in den ersten Stadien mehr als zwei Zitzenrudimente vorfinden, und indem ich mich an die Untersuchung derartiger kleiner Embryonen männlichen Geschlechtes machte, konnte ich constatiren, dass dies in der That der Fall ist. Bei einem Embryo von *Delphinus* spec. aus der Südsee von 5,6 cm. directer Länge finde ich nämlich nicht, wie erwartet werden sollte, 2, sondern 4 Zitzenrudimente, und zwar in folgender Anordnung: Etwa in der Mitte zwischen Geschlechtsorgan und After, etwas mehr dem ersteren genähert, liegt das erste Paar als zwei sehr nahe der Mittellinie liegende, nach dem hinteren Körperende zu divergirende Spalten. Das zweite Paar Zitzenrudimente ist von gleichem Aussehen und gleicher Grösse, und liegt mehr dem Niveau des Afters genähert, aber weit von der Mittellinie entfernt. Es sind ebenfalls zwei nach hinten divergirende Spalten, von denen jede ungefähr in der Fortsetzung des ihrer Körperseite entsprechenden oberen Zitzenschlitzes liegt, aber ein gutes Stück davon entfernt ist. Ob ein paar dicht am After liegende lange Schlitze als ein drittes Paar Zitzenrudimente zu gelten haben, konnte ich nicht entscheiden, da mir an diesem Embryo nur die äusserliche Untersuchung gestattet war.

---

1) PALLAS, Zoographia rossica I. p. 282.
2) ESCHRICHT, l. c. p. 84.
3) WEBER, Studien über Säugethiere. 1886. p. 48.
4) RYDER, On the development of the mammary glands and genitalia of the Cetacea. Bullet. Un. States Fish Commiss. 1885. p. 140.

Dieses Vorkommen von mehr als einem Paar rudimentärer Zitzen habe ich nur von einem Embryo feststellen können, an einem anderen sehr kleinen *Delphin*-Embryo männlichen Geschlechts, der aus Grönland stammt und 2,75 cm. directe Länge hat, sah ich nur die beiden der Mittellinie stark genäherten Zitzenrudimente, deren Längsrichtung übrigens nicht schräg, sondern senkrecht zur Mittellinie verlief, und die dem Geschlechtsorgane etwas näher lagen als dem After. Bei allen grösseren Embryonen fand ich ebenfalls nur ein Paar Zitzenrudimente.

Ueber deren Lage ist Folgendes zu berichten. Bereits Eschricht theilt mit, dass bei ganz kleinen Embryonen von *Beluga leucas* die beiden Spalten näher dem Penis als dem Anus und weiter auseinander liegen, während bei grösseren Embryonen ihre Lage sich mehr dem Anus nähert. Weber konnte diese Angabe bestätigen, und ich schliesse mich dem an, unter Hinweis auf die Maasse, welche ich unter Rubrik 15 und 16 in den im vierten Kapitel gegebenen Tabellen eingetragen habe. Danach wächst mit der Zunahme der Körpergrösse nur die Entfernung vom Geschlechtsorgan zu den Zitzenrudimenten, nicht aber die letzterer zu dem After. Noch auffälliger zeigt sich dies bei *Phocaena communis*, wo wir nach der Tabelle folgende Zahlen haben:

	I	II	III	IV	V
					Erwachsenes Thier
Länge des Embryos	11,4	13	55,9	68	141,2 cm.
Entfernung des Afters von den Zitzenrudimenten	0,2	0,25	1	1	3,1 cm.
Entfernung der Zitzenrudimente von dem Geschlechtsorgane	1,3	1,4	9	9,5	28,6 cm.

Es wachsen demnach die vier Embryonen, wenn ich den kleinsten gleich 1 setze, im Verhältnis 1 : 1,18 : 4,9 : 5,97 : 10,2 (erwachsenes Thier).

Die Entfernung des Afters von den Zitzenrudimenten wächst, die kleinste Entfernung gleich 1 gesetzt, 1 : 1,25 : 5 : 5 : 15,5 (erwachsenes Thier).

Die Entfernung der Zitzenrudimente von dem Geschlechtsorgane, die kleinste wiederum gleich 1 gesetzt, 1 : 1,3 : 6,9 : 7,3 : 22 (erwachsenes Thier).

Was wir aus diesen Zahlenangaben ersehen, ist Folgendes: das Wachsthum der Entfernung des Afters von den Zitzenrudimenten erfolgt im Allgemeinen entsprechend zum Verhältnis des Körperwachsthums, dagegen vergrössert sich die Entfernung des Geschlechtsorganes von den Zitzenrudimenten in einer beträchtlich schnelleren Progression und ist bei dem erwachsenen Thier um das Doppelte mehr gewachsen, als es bei gleicher Wachsthumszunahme im Verhältnis zum Körperwachsthum sein würde.

Doch scheint das nicht für alle Zahnwale zu gelten. Bei *Globiocephalus melas* z. B. haben wir folgende Verhältnisse:

	I	II	III	IV
Länge des Embryos	16	19,7	42,2	45,6 cm.
Entfernung des Afters von den Zitzenrudimenten	0,3	0,4	0,9	1 cm.
Entfernung der Zitzenrudimente von den Geschlechtsorganen	0,6	0,6	1,2	1,3 cm.

Es wachsen demnach die vier Embryonen, der kleinste gleich 1 gesetzt, im Verhältnis 1 : 1,2 : 2,7 : 2,8.

Die Entfernung des Afters von den Zitzenrudimenten wächst im Verhältnis 1 : 1,3 : 3 : 3,3.

Die Entfernung der Zitzenrudimente von den Geschlechtsorganen im Verhältnis 1 : 1 : 2 : 2,1.

Man ersieht hieraus, dass bei *Globiocephalus melas* die Zitzenrudimente im Laufe der Entwickelung sich eher schneller vom After als von den Geschlechtsorganen entfernen.

Was den microscopischen Bau des Organes anbetrifft, so hat bereits Weber eine ausführlichere Beschreibung geliefert. Bei dem kleinsten männlichen Embryo, den ich daraufhin untersuchte, einem

Delphinus-Embryo von 3,75 cm. Länge, waren die Zitzenrudimente angelegt als eine kleine, solide Epitheleinstülpung jederseits, die sich nach unten zu etwas verbreitert.

Die Zitzenrudimente eines etwas grösseren Delphinembryos von 8,9 cm. Länge zeigten Folgendes: Zwischen dem Geschlechtsorgane und dem After, bedeutend näher dem letzteren zu, befinden sich zwei zu beiden Seiten der Mittellinie, ziemlich nahe bei einander liegende Epitheleinsenkungen, die als männliche Zitzenrudimente aufzufassen sind. Auf Körperquerschnitten ist zu ersehen, dass diese Zitzenrudimente aus soliden Epitheleinstülpungen bestehen, die nach aussen divergirend und etwas nach hinten gerichtet, in das Bindegewebe eingelagert sind. Die Cylinderzellen der untersten Lage des Rete Malpighii bilden ihre Begrenzung, erfüllt sind sie mit Epithelzellen aus dessen oberen Schichten, ausserdem senkt sich ein flacher Pfropf des Stratum corneum ein. Am Grunde setzt sich die Epitheleinstülpung weiter nach innen zu fort und bekommt Ausbuchtungen, bleibt aber stets solid. Auch das umgebende Bindegewebe nimmt Antheil an der Bildung, es lagert sich concentrisch in dichter Anordnung um den Epithelstrang herum und muss demnach aufgefasst werden als Anlage einer Areolarschicht.

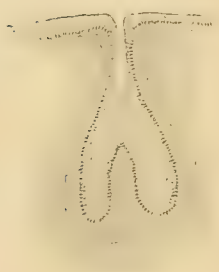


Fig. 56.

Fig. 57.

Fig. 56. Querschnitt durch die männlichen Zitzenrudimente eines Embryos von *Phocaena communis* von 13,4 cm. Länge.

Fig. 57. Querschnitt durch das Zitzenrudiment eines männlichen Embryos von *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge. Vergr. 40.

Bei grösseren Zahnwalembryonen fanden sich auch die Anlagen der Milchdrüsengänge und des gemeinsamen Ausführungsganges vor.

Ueber die Verschiedenheiten der Anlage, die Verschmelzung der äusseren Zitzentaschenöffnungen bei *Phocaena communis* und die papillenartigen Bildungen bei *Globiocephalus* hat bereits Weber berichtet, und ich kann seine Angaben nur bestätigen (s. Fig. 33—36, Taf. XVI, sowie Fig. 56).

Ueber männliche Zitzenrudimente bei *Platanista gangetica* theilt Anderson [1]) mit, dass die beiden Zitzenanlagen frei auf der Oberfläche sitzen, von einer Oeffnung durchbohrt sind, und dass die Drüse sehr klein und von einem Ringe von Muskelfasern umgeben ist, welcher von dem oberflächlichen Sphincter des Anus herstammt.

Auch bei Bartenwalen fand ich ähnliche Verhältnisse. Fig. 57 stellt einen Querschnitt durch das Zitzenrudiment eines Embryos von *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. dar. Die Bildung ist dieselbe wie bei den gleichaltrigen weiblichen Embryonen, sie repräsentirt die erste Anlage einer Mammartasche.

Bei älteren Embryonen wandelt sie sich in die längsgestreckte Zitzentasche um, aus deren Grunde eine spitz-conische Papille herausragt. Der diese Papille durchbohrende Ausführungsgang führt in einen erweiterten Drüsencanal, von dem aus einige kurze Seitenäste ausstrahlen.

1) l. c. p. 477.

Kapitel VI.

Die Bezahnung.

1. Die Bezahnung der Zahnwale.

Ueber die Entwickelung der Zähne der Odontoceten liegen bis jetzt so gut wie gar keine Angaben vor, die wenigen hier und da in der cetologischen Literatur zerstreuten Bemerkungen über diesen Gegenstand werde ich bei der Untersuchung der Zahnentwickelung bei einzelnen Species vorbringen, zu der ich mich sogleich wende.

Beluga leucas.

Das Gebiss des Weisswales steht nicht mehr auf der Höhe seiner Organisation, sondern zeigt bereits Reductionserscheinungen. In erster Linie ist als solche das Ausfallen der Zähne im Alter anzusehen, welches sowohl den Ober- wie den Unterkiefer betrifft, ferner zeigt aber auch die Anordnung der Zähne eine Verringerung ihrer Function.

Betrachtet man den Oberkiefer eines Weisswales näher, so sieht man, wie die 8 bis 10 Zähne des Oberkiefers nicht, wie es bei anderen Zahnwalen der Fall ist, zwischen die des Unterkiefers eingreifen, sondern dass sie ganz flach mit nach vorn gerichteten Spitzen im Oberkiefer liegen, und dass die vorderen sich ausserdem mit ihren Spitzen nach aussen biegen. Es sieht gerade so aus, als ob ein starker, vom Unterkiefer kommender Druck die Zähne zur Seite gedrängt hätte. Durch die flache Lagerung der Oberkieferzähne ist es ausserdem zu einem Schwunde der zwischen den einzelnen Alveolen liegenden Knochenbrücken gekommen; nur in dem hinteren Kiefertheile haben sich die Alveolen selbständiger erhalten, weiter nach vorne zu fliessen sie allmählich zu einer breiten, ziemlich tiefen Zahnrinne zusammen. Die geschilderte Lagerung bringt es auch mit sich, dass bei weitem der überwiegende Theil des Zahnes im Zahnfleische verborgen liegt, und nur eine kleine, scharf abgesonderte Spitze sichtbar ist.

Etwas anders liegen die Verhältnisse im Unterkiefer, dessen Zähne im Allgemeinen senkrecht auf dem Knochen stehen, die vorderen sind etwas nach vorn gebogen, die hinteren mehr nach rückwärts, und dieser mehr senkrechten Einpflanzung entspricht es, dass die einzelnen Alveolen noch vollständig von einander gesondert sind, und die Bildung einer Zahnrinne unterbleibt. Eine solche tiefgreifende Verringerung der Function, wie die der Oberkieferzähne, ist also im Unterkiefer nicht eingetreten, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass der Reductionsprocess in der Weise weiter verlaufen wird, dass die Oberkieferzähne dereinst verschwunden sein werden, während die Unterkieferzähne noch erhalten sind, so dass also *Beluga*

in Bezug auf sein Gebiss einen Zustand durchlaufen wird, wie wir ihn von *Kogia* und noch vollkommener von *Physeter* kennen, wo alle Zähne des Oberkiefers fehlen.

Entsprechend ihrer geringeren Function ist auch die Grösse der Zähne nicht bedeutend; so zeigt in einem mir vorliegenden erwachsenen Exemplare aus Spitzbergen der 4. Oberkieferzahn eine Länge von 16 mm., bei einem grössten Durchmesser von 4 mm., und von ungefähr der gleichen Grösse sind auch die Zähne des Unterkiefers.

Was nun die Zahl der Zähne anbetrifft, so schwankt sie zwischen 8 und 10, die in den vorderen Dreivierteln der Schnauze eingepflanzt sind; diese Zahlen stimmen mit den von P. VAN BENEDEN [1]), von FLOWER [2]) und von TRUE [3]) gegebenen vollkommen überein. Die Schwankung erklärt sich sehr einfach durch ein frühzeitiges Ausfallen eines oder des anderen hinteren Zahnes und nachträgliche Ausfüllung seiner Alveole mit Knochenmasse. In einem Falle sehe ich im rechten Unterkiefer noch 11 Alveolen angedeutet.

Recht gute Abbildungen des Gebisses vom Weisswal finden sich bei ESCHRICHT [4]), welcher der Meinung ist, dass sich die nahe Verwandtschaft zwischen Weisswal und Narwal auch darin begründet, dass bei ersterem die Oberkieferzähne schräg, fast horizontal nach vorn gelagert sind, wie die Stosszähne des Narwals.

Dies mag zur Characteristik des Gebisses der erwachsenen *Beluga* genügen. Ich wende mich nun zu der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung, welche ich gerade bei dieser Species in eingehender Weise vornehmen konnte, da mir von ihr ein reichliches embryologisches Material zur Verfügung steht.

Um das immerhin kostbare Material möglichst auszunutzen, habe ich mich bei meiner Untersuchung ausschliesslich der Schnittmethoden bedient, der einzigen, welche einen sicheren Einblick in die feineren histologischen Verhältnisse gestattet.

Theils wurden ganze Köpfe von Embryonen, theils abgetrennte Kiefer in Serienschnitte zerlegt. Von den verschiedenen Entkalkungsmethoden bevorzugte ich schliesslich eine 10-procentige Salpetersäurelösung in Wasser, welches vorher mit Kochsalz gesättigt war. Nach der in toto vorgenommenen Durchfärbung mit Boraxcarmin wurde eine Nachfärbung der Schnitte vorgenommen, wobei ich mich vorzugsweise einer Lösung von Picrinsäure in absolutem Alcohol bediente, welche in einigen Tropfen in Terpentinöl gebracht wurde.

Am practischsten erwiesen sich Frontalschnittserien, doch wurden auch einzelne Kiefer in Horizontal- und Tangentialschnitte zerlegt.

Da meines Wissens keine Literaturangaben über die Entwickelungsgeschichte der Zahnwalzähne vorliegen, so mag es genügen, darauf hinzuweisen, dass ich das Hauptresultat meiner Untersuchung sowie die sich daran knüpfenden Schlüsse in einer kleinen Abhandlung [5]), sowie in einer am 30. Mai 1891 gehaltenen Rede [6]) niedergelegt habe.

Ich beginne mit der Beschreibung einer Querschnittserie durch den Unterkiefer eines *Beluga*-Embryo von etwas über 20 cm. Länge, von der Schnauzenspitze über den Rücken bis zur Mitte der Schwanzflosse gemessen. Ein wenig von der äussersten Spitze des Kiefers entfernt wird in jeder Kieferhälfte eine

---

1) P. VAN BENEDEN, Recherches sur la faune littorale de Belgique. Cétacés. 1860. p. 16.

2) FLOWER, H., On the characters and divisions of the family Delphinidae. Proc. Zool. Soc. London. 1883. p. 466 u. s.

3) TRUE, FREDERICK, W., A Review of the family Delphinidae. Bulletin of the United States National Museum. Smithsonian Institution. Washington 1889.

4) ESCHRICHT, Ni tafler til oplysning af Hvaldyrenes bygning. Videnskab. Selsk. Sk. 5. Raekke naturv. og math. Afd. 9. Bd. 1. Tafel 8.

5) KÜKENTHAL, Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung. Anatom. Anzeiger. 18. Juli 1891. p. 364 u. f.

6) KÜKENTHAL, Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Säugethierzähne. Jena. Zeitschrift für Med. u. Naturw. 1892. p. 469 u. f.

Epitheleinsenkung sichtbar, die geradlinig in die Tiefe verläuft und aus zwei undeutlichen Reihen von Zellen besteht, die nach Grösse, Form und Gestalt ihres Kernes durchaus den Zellen des embryonalen Rete Malpighii gleich zu stellen sind, von denen sie auch abstammen. An dem freien Ende ordnen sich die Zellen des Stranges regelmässiger an, weichen auseinander und umfassen eine ziemlich beträchtliche Epithelperle, um sich darauf wieder zu vereinigen und noch ein Stück tiefer als kolbenförmige Anschwellung einzusinken. Der Zusammenhang mit dem äusseren Epithel ist nur auf ein paar Schnitten zu sehen, kurz darauf liegt die Epithelperle frei im umliegenden Bindegewebe, umgeben von der regelmässig angeordneten Epithelschicht. Die Epithelperle selbst besteht aus einer Anzahl concentrisch geschichteter Lagen mit dazwischen eingestreuten Kernen (Fig. 58).

Fig. 58. Vergr. 33.

Fig. 59. Vergr. 33.

Eine zweite, etwas dahinter liegende Epithelperle steht unzweifelhaft in Zusammenhang mit einer Zahnanlage. Das Bild ist folgendes: Von neuem steht die in die Tiefe versenkte Epithelmasse mit dem äusseren Epithel durch einen Strang in Verbindung. Von letzterem sprosst seitlich nach aussen, nahe an seinem hinteren Ende, ein zweiter ab, der, auseinanderweichend, mit je einer Zellenlage die ansehnliche Epithelperle umfasst. Ausser der aus concentrischen Lagen bestehenden Perle wird aber noch eine weiter abwärts gelegene Masse wenig veränderter Epithelzellen von den beiden äusseren Zellschichten mit umfasst. Was mir nun als Zahnanlage erscheint, ist ein paar Schnitte weiter sichtbar (Fig. 59). Die Epithelperle ist hier bis auf einen kleinen Rest verschwunden, dafür bildet aber die umgebende Epithelmasse eine deutliche Schmelzorgananlage, indem sie sich am Ende stark verbreitert und gleichzeitig kappenförmig einzieht. Hand in Hand mit dieser Umwandlung ist ein Process von Seiten des darunter liegenden Bindegewebes eingetreten, indem sich dessen Zellen an dieser Stelle stark vermehrt und aussen concentrisch angeordnet haben, und so die erste Anlage der Papille und des Zahnsäckchens darstellen. Nicht zu vergessen ist, dass die gesammte geschilderte Anlage sich am Ende eines nach aussen abzweigenden Astes der Zahnleiste befindet, und dass letztere sich noch ein Stück nach innen von der Zahnanlage in die Tiefe fortsetzt. Es ist dies insofern von grosser Bedeutung, als es zeigt, wie schon diese erste Zahnanlage nicht am Ende der Zahnleiste entsteht, sondern von einem seitwärts davon entspringenden, nach der Kieferseite zu verlaufenden Aste. Die Zahnleiste tritt erst wieder nach einiger Zeit deutlicher auf, als sehr dünner Epithelstrang, der sich schräg nach innen zu tief in das Bindegewebe einsenkt und mit einer rundlichen Anschwellung endigt. Der Zusammenhang dieser dünnen Zahnleiste ist nicht immer mehr gewahrt. Bald giebt sie nach der Kieferseite zu einen Ast ab, der ebenfalls nicht ganz zusammenhängend ist, dennoch aber sich durch eine grössere Anzahl Schnitte verfolgen lässt. Dieser Ast, der sich unregelmässig verzweigt, geht an die nunmehr erscheinende erste grosse Zahnanlage. Da sie ziemlich stark nach vorn zu gerichtet ist, geben die

Schnitte mehr Querschnittsbilder des Zahnes. Auf den ersten Schnitten sieht man einen Querschnitt durch den Scheitel des Schmelzorganes, welcher folgenden Anblick gewährt: In der Mitte ist eine dicht gelagerte Masse von Zellen, welche aufzufassen sind als die im Flächenschnitt vorliegenden Zellen des inneren Schmelzepithels. Allmählich geht diese Schicht in eine concentrisch herumgelagerte über, in welcher die Zellen viel weiter auseinanderliegen, und welche das Waldeyer'sche Stratum intermedium repräsentirt. Die äussere Zellschicht, das äussere Schmelzepithel, wird gebildet durch eine Lage dünner abgeplatteter Epithelzellen, von denen vielfach verästelte Epithelsprossen ausgehen. Diese Sprossen und Zotten finden sich besonders an der dem Mundhöhlenepithel zugekehrten Seite. Seitlich nach innen von dieser Zahnanlage liegt die dünne, aber scharf markirte Zahnleiste, mit kleiner kolbenförmiger Anschwellung am freien Ende. Der Zusammenhang der Zahnanlage mit der Zahnleiste wird erst auf den nächsten Schnitten deutlich sichtbar. Die weiteren Veränderungen, welche im Laufe der Schnittserie eintreten, sind folgende: Zunächst bildet sich in der Mitte der kreisförmigen Masse, welche wir als Flächenschnitt des inneren Schmelzepithels ansahen, ein Hohlraum, der dadurch zu erklären ist, dass in Folge der Conservation sich die eigentlich diesen Raum einnehmende bindegewebige Zahnpapille vom Schmelzorgan zurückgezogen hat. Kurz darauf erscheint ihre Spitze im Querschnitt getroffen, gleichzeitig hat sich das die Zahnanlage umgebende Bindegewebe zu einer concentrischen Schicht dichter, parallel laufender Fasern angeordnet, der ersten Anlage des Zahnsäckchens. Auf weiteren Schnitten sieht man den Uebergang des Stratum intermedium in die Schmelzpulpa, welche mit ihren sternförmig auslaufenden Zellen auf der dem Mundhöhlenepithel zugekehrten Seite des Schmelzorganes auftritt. Die Beziehungen des Schmelzorganes zur Zahnleiste werden immer deutlicher sichtbar, es treten starke Epithelstränge seitlich an die Zahnleiste heran, während deren freies Ende sich ein Stück tiefer, seitlich lingual von der Zahnanlage fortsetzt und eine deutliche kolbige Auftreibung bildet (s. Fig. 60).

Von der Zahnpapille ist nichts Besonderes zu sagen, sie besteht in diesem Stadium aus einer Masse dicht gedrängter bindegewebiger Zellen, die an der Basis der Papille allmählich in die Zellen des Zahnsäckchens übergehen; die Abscheidung von Dentin hat noch nicht begonnen, ebensowenig wie die des Schmelzes.

Immer deutlicher sieht man auf den nächsten Schnitten, dass die Hauptverbindung des Schmelzorganes mit der Zahnleiste nicht an dem Scheitel des ersteren, sondern an der inneren, etwas nach oben gekehrten Seite erfolgt; bald geht die Zahnleiste vollständig in das Schmelzorgan über, und ihr vorher noch so deutlicher, lingual gelagerter Fortsatz ist verschwunden.

Eine Verbindung der Zahnleiste mit dem Scheitel des Schmelzorgans ist indes auch vorhanden, und zwar fand sich dies auf den ersten Schnitten. Doch ist diese Verbindung eine sehr schwache und unregelmässige, gegenüber der seitlichen. Es ist ein zarter Epithelstrang, der sich von dem obersten, dicht unter dem Epithel der Mundhöhle gelegenen Theil der Zahnleiste abzweigt und zum Scheitel des Schmelzorganes zieht.

Es entsteht nun die Frage, was aus der Zahnleiste wird, nachdem die erste Zahnanlage aus den Bildern verschwunden ist. Sie lässt sich zwar noch deutlich verfolgen, ist aber nicht sehr tief eingesenkt, mehrfach unterbrochen und sendet hier und da seitliche Sprossen ab. Erst in der Nähe der zweiten Zahnanlage senkt sie sich aufs Neue tiefer ein und gewinnt an Stärke.

Im Wesentlichen wiederholen sich bei der zweiten Zahnanlage die Bilder, welche wir von der ersten erhalten haben, nur wird der auf der lingualen Seite der Zahnanlage gelegene Fortsatz der Zahnleiste viel stärker und endigt mit dicker kolbenförmiger Anschwellung.

Auf der Strecke, welche zwischen der zweiten und dritten Zahnanlage zu liegen kommt, fiel mir auf, dass, ungefähr in der Mitte des Abstandes zwischen beiden Anlagen, von der Zahnleiste aus ein seit-

lich nach aussen ziehender kurzer Strang sich abzweigt, der mit kleiner Anschwellung endigt. Dieses wiederholt sich regelmässig auch in den Zwischenräumen der übrigen Zahnanlagen.

Nunmehr wende ich mich zur Beschreibung einer Querschnittsserie durch den Unterkiefer eines etwas grösseren Embryos. Auch hier finden wir wie bei der vorigen Serie die rudimentäre erste Zahnanlage wieder, noch etwas stärker entwickelt, als im vorigen Stadium. Die Entwickelung der eigentlichen, später durchbrechenden Zähne ist aber viel bedeutender vorangeschritten. Die Zahnanlagen sind viel mehr in die Länge gestreckt und zeigen eine etwas abweichende Form, indem sich das Schmelzorgan oben an der Spitze stark verengert, und gleichzeitig sich scharf von der unteren Portion absetzt. Unterhalb dieser oberen abgeschnürten Partie ist es zur Bildung von Dentin gekommen. Man sieht sehr deutlich die langgestreckten, in epithelialer Anordnung stehenden Odontoblasten der Papille. Von den Odontoblasten ziehen sich feine Fortsätze in das noch unverkalkte Dentin, welches durch eine deutliche Grenzlinie von dem breiteren, bereits verkalkten getrennt ist (s. Fig. 61). Wenn das Dentin auch an der eingeschnürten oberen Portion der Papille am stärksten ausgebildet ist, so zieht es sich doch bereits in unverkalktem Zustande ein gutes Stück abwärts, an Stärke abnehmend bis zu dem unteren Drittel des Zahnes.

Fig. 60.

Fig. 60. Querschnitt durch die erste Zahnanlage des rechten Unterkiefers eines Weisswalembryos. Vergr, 33.
1 Zahnpapille. 2 Odontoblastenschicht. 3 inneres Schmelzepithel. 4 Schmelzpulpa. 5 äusseres Schmelzepithel. 6 Bindegewebe. 7 Zahnleiste. 8 Anlage des Ersatzzahnes. 9 Anlage des Zahnsäckchens.

Fig. 61. Querschnitt durch die Spitze eines Zahnes vom Unterkiefer eines Weisswalembryos. Vergr. 240.
1 Zahnpapille. 2 Odontoblasten. 3 innere Dentinschicht. 4 äussere Dentinschicht. 5 inneres Schmelzepithel. 6 Reste des Schmelzorgans. 7 Bindegewebe.

Fig. 61.

Wesentliche Veränderungen ist auch das Schmelzorgan eingegangen. Am Scheitel der Zahnanlage ist die Schmelzpulpa vollkommen verschwunden, und das Schmelzorgan besteht hier aus einer inneren epithelialen Lage cubischer Zellen, welche dem darunterliegenden Dentin dicht aufliegt, und mehreren sehr flachen Lagen darüber liegender Epithelzellen. Nur der obere Theil des Schmelzorganes liegt dem Dentin dicht auf, zu beiden Seiten der Zahnpapille lässt es zwischen dieser und seinem inneren Schmelzepithel jederseits einen weiten Zwischenraum. Das innere Schmelzepithel hat an diesen Stellen seinen typischen Character, es besteht aus einer Reihe langgestreckter Zellen, deren Kerne mit ihrer Längsaxe in der Längsrichtung der Zellen stehen. Nach aussen von diesem inneren Epithel liegen einige unregelmässige Schichten mehr rundlicher Zellen, die sehr bald in die sternförmigen Zellen der Schmelzpulpa übergehen. Die Schmelzpulpa ist in diesem Bezirk ganz beträchtlich entwickelt und umgiebt den mittleren Theil der Zahn-

papille als ein weiter Cylinder. Das äussere Schmelzepithel ist nur noch stellenweise als flache, aus oblongen Zellen bestehende Schicht erhalten, vielfach sind an seine Stelle bindegewebige Faserzüge getreten. Von besonderem Interesse ist der untere Rand des Schmelzorganes, dieses verdickt sich hier nämlich sehr stark und springt als Wulst nach innen vor, deutlich lässt sich an dieser Stelle der Uebergang des flachen äusseren in das hier sehr mächtige innere Schmelzepithel verfolgen (s. Fig. 62).

Von einer Schmelzablagerung sieht man in diesem Stadium nichts. Es erübrigen jetzt noch einige Worte über die Verbindung der Zahnanlage mit der Zahnleiste. Die Zahnleiste ist zwar hier und da unterbrochen, im grossen und ganzen aber doch noch deutlich zu verfolgen. Wie schon von den jüngeren Stadien beschrieben, existiren zwei Verbindungen, eine, welche als dünner, ein paar mal sich verzweigender Strang gleich unterhalb der Ansatzstelle der Zahnleiste ans Mundhöhlenepithel von der Zahnleiste entspringt, und eine viel innigere Verbindung an der lingualen Seite der Zahnanlage. Hier zeigt das äussere

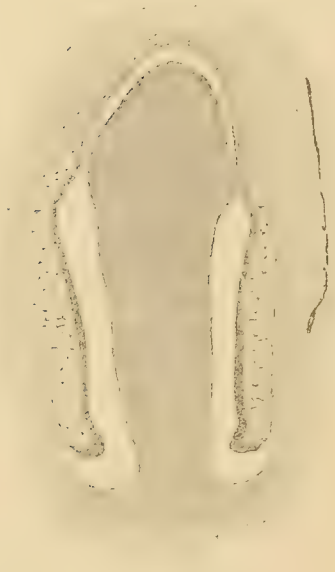


Fig. 62.

Fig. 63.

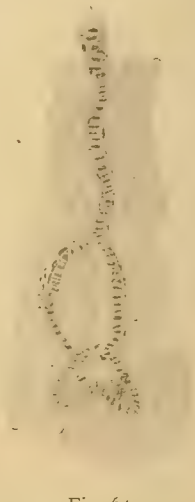


Fig. 64.

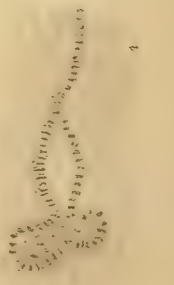


Fig. 65.

Fig. 62. Embryo von *Beluga leucas*. Querschnitt durch einen Zahn des Unterkiefers. Vergr. 33.

Fig. 63. Querschnitt des vierten Zahnes im Unterkiefer eines Weisswalembryos. Vergr. 33.
1 Unterer Theil der Zahnpapille. 2 Inneres Schmelzepithel. 3 Schmelzpulpa. 4 Bindegewebe. 5 Oberer Theil der Zahnleiste. 6 Rudimentäre Anlage des Ersatzzahnes.

Fig. 64. Ende der Zahnleiste seitlich vom 4. Zahn des Unterkiefers eines Weisswalembryos. Vergr. 240.

Fig. 65. Ende der Zahnleiste seitlich vom fünften Zahn des Unterkiefers eines Weisswalembryos. Vergr. 240.

Schmelzepithel zahlreiche Sprossen und anastomosirende Aeste, und hier mündet auch die Zahnleiste mit vielen Aesten ein. Es ist aber doch nicht das freie Ende der Zahnleiste, welches in diese Verbindung mit einbezogen wird, jenes existirt vielmehr selbständig weiter und trägt an seinem Ende eine Anschwellung höchst eigenthümlicher Art. Diese eigenthümliche Bildung am Ende der Zahnleiste tritt ganz regelmässig seitlich in der Höhe jeder Zahnanlage auf, ist also ein constantes Gebilde.

Wie ist es nun beschaffen? Ein Blick auf Fig. 63, 64 und 65 zeigt, dass wir hier ein kleines Schmelz-

organ vor uns haben, welches zwar rudimentär ist, aber immerhin noch eine ganz typische Form hat. Am Ende der Zahnleiste gehen die Epithelschichten auseinander, eine kugelige Auftreibung bildend. Die innere Wand dieser Auftreibung ist von cylindrischen, die äussere von einigen flachen Epithelzellen gebildet. Der Inhalt der dadurch eingeschlossenen Blase besteht aus vereinzelten, sternförmig verästelten Zellen, die mit denen der Schmelzpulpa übereinstimmen. Ferner ist zu bemerken, dass die Epithelzellen am distalen Ende des Gebildes stark angehäuft sind und durch eine mittlere Einbuchtung eine kappenförmige Lagerung annehmen. Ein derartiges Gebilde findet sich nun, mehr oder weniger scharf ausgeprägt, lingual von allen eigentlichen Zahnanlagen, es trägt alle Eigenschaften eines Schmelzorganes, wenn auch in rudimentärem Zustande, an sich und muss daher als rudimentäre Zahnanlage bezeichnet werden. Auf die grosse Bedeutung dieses Befundes komme ich später zurück. Es entsteht nun die Frage, ob sich noch irgendwelche Betheiligung des Bindegewebes an der rudimentären Zahnanlage nachweisen lässt. Mit Sicherheit lässt sich eine solche nicht mehr zeigen, höchstens könnte man eine geringe Zellvermehrung unterhalb der Einbuchtung des Schmelzorganes als letzten Rest der Zahnpapille auffassen.

Nach hinten zu nehmen die grossen Zahnanlagen an Grösse etwas ab und zeigen mehr und mehr einen früheren Zustand der Entwickelung. Zahn 8 z. B. zeigt noch keine Spur von Dentinablagerung, und die Schmelzpulpa erfüllt noch das gesammte Schmelzorgan. Aber auch hier ist die lingual gelegene rudimentäre Zahnanlage wohl zu sehen. Von der 8. Zahnanlage an wird die Zahnleiste bedeutend stärker und bildet an ihrem freien Ende eine breite Anschwellung, von dem Mundhöhlenepithel ist sie durchweg getrennt und liegt ziemlich tief unter letzterem. Hier und da gehen von ihr seitliche Sprossen ab. Noch einmal schwillt die Zahnleiste in ihrem weiteren Verlaufe an und formt sich zu einem sehr primitiven Schmelzorgan um (s. Fig. 66). Seitlich von ihm liegt eine mächtige Epithelperle, völlig umgeben von

Fig. 66.

Fig. 67.

Fig. 66. Embryo von *Beluga leucas*. Querschnitt durch die neunte Zahnanlage des Unterkiefers. Cam. luc. Vergr. 33.
Fig. 67. Querschnitt durch die Anlage des ersten Zahnes im Oberkiefer eines Weisswalembryos. Vergr. 33.

cylindrischem Epithel. Wir haben hier die erste Anlage des 9. Zahnes vor uns. Dass auch die Möglichkeit der späteren Anlage von weiteren Zähnen besteht, zeigt sich aus der Fortsetzung der Zahnleiste nach hinten. Die bedeutende Stärke sowie der Zellenreichthum zeigen eine lebhafte Wucherung der Zahnleiste an. Ein Stück bevor sie im Bindegewebe endigt, tritt sie durch einen deutlichen, fast geradlinigen Strang mit dem Mundhöhlenepithel noch einmal in Verbindung. Das letzte Ende der Zahnleiste wird immer dünner und tritt zuletzt noch zweimal mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, indem dieses eine breite Einsenkung entgegenschickt, in welche die Zahnleiste mündet. Dieses auf die letzte Zahnanlage folgende Stück der Zahnleiste ist übrigens von beträchtlicher Länge und zeigt somit an, dass die Möglichkeit der Entwickelung einer viel grösseren Zahnzahl, als sie sich bei *Beluga* wirklich findet, gegeben ist.

Nunmehr gehen wir zum Stadium der Zahnentwickelung im Oberkiefer über. Als Basis wähle ich eine Querschnittserie durch den Oberkiefer eines Embryos von etwa 30 cm. Länge. Die sich einsenkende Zahnleiste läuft nicht mehr geradlinig, ist nur hier und da im Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel und zeigt in ihrem vordersten Abschnitt lebhafte Neigung zur Bildung von Epithelperlen. Nachdem recht ansehnliche Epithelzeilen aufeinander gefolgt sind, kommt es zu einer Umbildung des freien Endes der Zahnleiste, welche ich als die erste Anlage eines Schmelzorganes auffasse. Das Gebilde ist eine Auftreibung der Epithelmasse, an deren unterem Ende eine Einbuchtung erfolgt (s. Fig. 67). Ausserdem setzt sich der der äusseren Kieferseite zugewendete Theil der Zahnleiste noch ein Stück weiter in die Tiefe fort. Hierauf löst sich die Zahnleiste auf und wird sehr unscheinbar, aus ein paar netzförmig verbundenen Strängen bestehend. An einer Stelle gewinnt sie wieder an Stärke und sendet nach aussen zu einen starken Seitenzweig ab, der an seinem Ende eine kolbige Auftreibung besitzt; ob wir aber hierin den letzten Rest eines rudimentär gewordenen Schmelzorganes zu erblicken haben, ist nicht zu entscheiden.

Die nun folgende erste grosse Zahnanlage ist schon ziemlich weit entwickelt, die Lage ist eine schräg nach aussen gerichtete. Die lange Zahnpapille hat an ihrem oberen, etwas abgerundeten Ende bereits Dentin gebildet. Das Schmelzorgan ist sehr wohl und in typischer Weise ausgebildet. Zwischen den beiden Schmelzepithellagen befindet sich eine stark entwickelte Schmelzpulpa, die nur am Scheitel fast völlig verschwunden und durch eindringende bindegewebige Züge ersetzt ist. Auch hier sehen wir, wie schon bei den Zähnen des Unterkiefers beschrieben, eine Einbuchtung des unteren Randes des Schmelzorganes nach der Papille zu, und diese Stelle zeigt auch hier eine sehr starke Zellvermehrung. Die Verbindung des Schmelzorganes mit der Zahnleiste geschieht wiederum wie im Unterkiefer auf doppelte Weise, einmal durch netzförmige Stränge, welche die Zahnleiste dicht unter dem Mundhöhlenepithel treffen, und ein zweites Mal unten an der inneren lingualen Seite des Schmelzorganes. Hier treten mächtige maschenförmige Verbindungen mit der Zahnleiste auf. Auch hier zeigt die Zahnleiste ein freies Ende, welches stark kolbenförmig verdickt ist. An einer Stelle dieser kolbenförmigen Verdickung sieht man von unten her eine Einbuchtung erfolgen, so dass dadurch der Anblick eines sehr primitiven Schmelzorganes hervor-

Fig. 68.

Fig. 69.

Fig. 68. Querschnitt durch eine Epithelperle zwischen erstem und zweitem Zahn des Oberkiefers eines Weisswalembryos. Vergr. 33.

Fig. 69. Querschnitt durch eine Epithelperle seitlich von der Zahnleiste des Oberkiefers eines Weisswalembryos. Vergr. 33.

gerufen wird. Die nach Verschwinden der ersten Zahnanlage weiter nach hinten ziehende Zahnleiste sendet nach einigen Schnitten einen senkrecht zu ihr stehenden, nach der äusseren Kieferseite laufenden, kurzen Ast ab, der an seinem Ende sich sehr stark verdickt und eine Epithelperle einschliesst, welche von dem umliegenden Bindegewebe concentrisch eingehüllt wird (Fig. 68 u. 69). Dieser folgt kurz darauf eine zweite und dritte ganz ähnliche Epithelperle.

Die zweite Zahnanlage ist der vorhergehenden im Wesentlichen gleich, nur prägt sich an ihr bereits mehr die scharfe Absetzung des oberen Theiles des Schmelzorganes von dem unteren aus. Die Verbindung

des Schmelzorganes mit der Zahnleiste erfolgt jetzt fast ausschliesslich von der unteren lingualen Seite her. Auch hier ist wiederum die rudimentäre Schmelzorgananlage am freien Ende der Zahnleiste sichtbar. Auf diese Weise wiederholen sich nun die Zahnanlagen bis nach hinten. Zwischen je zwei Zahnanlagen findet man die auf der Strecke zwischen erster und zweiter Anlage beschriebenen seitlichen Abzweigungen von der Zahnleiste mit Epithelperlen. Nach hinten werden diese Abzweigungen aber schwächer und schwächer. Die hinteren Zahnanlagen nehmen an Grösse und Ausbildung allmählich ab, die seitlich nach innen von ihnen liegenden rudimentären Schmelzkeimanlagen sind aber ganz constant vorhanden. Die stark verästelte und netzförmig gestaltete Zahnleiste bildet seitlich von der 9. Zahnanlage nochmals eine stattliche Schmelzorgananlage, dann zieht sie sich in stark wucherndem Zustande weiter nach hinten, verdickt sich nochmals beträchtlich, jedenfalls zur ersten Anlage des Schmelzorganes von Zahn 10, und endigt mit einer seitlich nach aussen von ihr liegenden Epithelperle.

Zusammenfassung:

Fassen wir die gegebenen Angaben zusammen, so erhalten wir folgendes Bild von der Entwickelungsgeschichte des *Beluga*-Gebisses: Durch jeden Kiefer zieht sich von vorn nach hinten eine Zahnleiste, die noch hier und da ihren Ursprung aus einer Einsenkung des Mundhöhlenepithels anzeigt, in ihrem vorderen Theil mehr oder weniger netzförmig aufgelöst, in ihrem hinteren Theil dagegen compakt ist. In ihrem vordersten Theile, vor der ersten später durchbrechenden Zahnanlage, zeigen sich sowohl im Ober- wie im Unterkiefer jederseits epitheliale Gebilde, welche nur als rudimentäre Schmelzorgananlagen von Zähnen aufzufassen sind. Es liegt die Vermuthung nahe, dass sie die letzten Reste von Schneidezähnen darstellen, welche bei den Vorfahren der Zahnwale vorhanden gewesen sind. Die hier vorkommenden, zum Theil im Zusammenhange mit den rudimentären Schmelzorganen stehenden Epithelperlen zeigen an, dass dieser Theil der Zahnleiste in starker Rückbildung begriffen ist. Dass die erwähnten Epithelperlen indessen nichts direct mit rückgebildeten Zähnen zu thun haben, wie ich ursprünglich glaubte, wird ersichtlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Epithelperlen auch hier und da, besonders an den sich rückbildenden Strecken der Zahnleiste zwischen zwei Zahnanlagen, vorkommen, und dass wir ja ausserdem rückgebildete Schmelzorgane rudimentärer Zähne vor uns haben, die ein ganz anderes Aussehen darbieten.

Was nun die Entwickelung der später durchbrechenden Zahnanlagen betrifft, so wird aus meinen Bildern ersichtlich, dass sie sich seitlich nach der äusseren Kieferseite zu von der Zahnleiste bilden, und dass ihre Schmelzorgane mit letzterer in doppelter Verbindung stehen, einmal vom Scheitel des Schmelzorganes aus, bis nahe an das Mundhöhlenepithel, und dies scheint mir, da sie in jüngeren Stadien stärker entwickelt ist, die ursprünglichere Verbindung zu sein, und zweitens von der inneren, lingualen Seite des Schmelzorganes aus, wo sich zahlreiche, oft netzartig verzweigte Sprossen mit der Zahnleiste verbinden.

Diese ganze Anlage macht es ohne weiteres klar, dass sich die gesammte Reihe der später durchbrechenden Zähne, ebenso anlegt wie die sogenannte Milchzahnserie, oder wie wir uns künftig ausdrücken werden, die erste Dentition der diphyodonten Säugethiere, mit welcher wir sie homologisiren müssen.

Von grösster Bedeutung ist für die vorliegende Frage die Auffindung kleiner, aber unzweifelhafter Ersatzzahnanlagen, die ich bereits des näheren beschrieben habe. Die in typischer Weise angelegten, wenn auch rudimentären Schmelzorgane letzterer lassen uns den Schluss ziehen, dass sie zu irgend einer Zeit functionirt haben müssen, dass also mit anderen Worten bei den Vorfahren der Zahnwale einstmals ein vollkommener Zahnwechsel stattgefunden haben muss. Die Vorfahren der Zahnwale waren also diphyodonte Säugethiere, und ihre Monophyodontie ist eine secundäre, erst später erworbene Erscheinung.

Nachdem ich diese Thatsachen bei *Beluga leucas* gefunden hatte, suchte ich sie auch bei anderen Zahnwalen nachzuweisen, und ich lasse hier eine Beschreibung des Gefundenen folgen, die ich etwas eingehend gemacht habe, besonders weil ich glaube, dass bei dem theilweise sehr kostbaren Materiale eine genaue Wiedergabe der Beobachtungen ganz am Platze ist.

Monodon monoceros.

An die Beschreibung des Gebisses von *Beluga leucas* schliesse ich die des Narwals an, weil beide Arten trotz der anscheinend sehr grossen Verschiedenheit ihrer Bezahnung sonst sehr viel Gemeinsames haben.

Als Material dienten mir zwei Embryonen des Narwales, von denen der kleinere eine Länge von 13,8 cm., der grössere von 25,7 cm. von der Schnauzenspitze bis zur Mitte des Schwanzes über den Rücken gemessen hatte.

Ueber die Bezahnung des erwachsenen Narwales kann ich mich kurz fassen. Wie bekannt, ist sie reducirt auf ein einziges Paar Zähne im Oberkiefer, welche horizontale Lagerung haben und beim Weibchen gewöhnlich nicht durchbrechen, während beim Männchen der linke Zahn sich meist als gewaltiger Stosszahn entwickelt. Wie schon STANNIUS [1]) angiebt, zeigt der Stosszahn stets von rechts nach links gerichtete Windungen. Ich möchte dem hinzufügen, dass auch bei den seltenen Schädeln, welche zwei Stosszähne entwickelt haben, die Windungen stets in gleicher Richtung erfolgen. Nach übereinstimmender Ansicht aller neuerer Autoren (nur BAUME weicht davon ab, indem er den Stosszahn als Schneidezahn ansieht) ist der Stosszahn des Narwales ein echter Eckzahn.

Es existiren einige Literaturangaben, nach welchen ausser den beiden Stosszähnen noch andere Zähne vorhanden sind. So schreibt STANNIUS [2]): »Beim Fötus des Narwal kommen zwei, gewöhnlich lose in den weichen Bedeckungen der Kiefer sitzende abortive Schneidezähne vor, wie MULDER gezeigt hat. Ich habe sie bei zwei Fötus gefunden; in zwei Schädeln von erwachsenen Narwals sah ich je einen dieser Zähne bleibend.«

Auch ESCHRICHT [3]) führt gelegentlich an, dass hinter dem Stosszahn des Narwals sich zwei rudimentäre Oberkieferzähne befinden, desgleichen BERTHOLD [4]).

Eingehendere Angaben machte erst TURNER [5]), welcher hinter dem Stosszahn noch eine weitere Zahnanlage fand, sie beschrieb, und besonders auf das Vorhandensein eines Schmelzorganes bei der Stosszahnanlage hinwies, während doch der Zahn des erwachsenen Thieres des Schmelzes entbehrt. In einer zweiten kurzen Mittheilung stellt TURNER definitiv fest, dass aus der vorderen Zahnpapille der Stosszahn, aus der hinteren ein kleiner, im Kiefer verborgen bleibender Zahn hervorgeht.

Die Untersuchung des kleineren Embryos ergab mir zunächst das überraschende Resultat, dass auch im Unterkiefer Zahnanlagen vorhanden sind, und zwar war es nicht nur eine deutliche, sich weit nach hinten erstreckende Zahnleiste, sondern ich fand an ihrem vorderen Ende jederseits eine Zahnanlage ausgebildet. Die anfänglich unansehnliche Zahnleiste verdickt sich an dieser Stelle sehr stark, baucht sich aus und liefert so ein primitives Schmelzorgan, welches aussen von cylindrischen Zellen umgeben, innen mit Zellen des Stratum intermedium ausgefüllt ist. Der Zusammenhang mit dem Mund-

1) SIEBOLD & STANNIUS, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1846. II. p. 411.

2) l. c. p. 411. Anmerkung.

3) ESCHRICHT, Ni tafler til oplysning af Hvaldyrenes bygning. Vidensk. Selsk. Sk. 5. Raekke. Naturv. og math. Afdeling 9. Bnd. Tafel 8, Figurenerklärung.

4) BERTHOLD, MÜLLER'S Archiv 1850. p. 386.

5) TURNER, Some observations on the dentition of the Narwhal (*Monodon monoceros*). The Journal of Anatomy and Physiology. Vol. VII. 1873. p. 75 u. f.

Additional Note on the dentition of the Narwhal (*Monodon monoceros*). Ibid. Vol. X.

höhlenepithel ist noch vollständig gewahrt. Was dieses Gebilde unzweifelhaft zur Zahnanlage stempelt, ist die Einbuchtung des Schmelzorganes an der tiefsten Stelle und die deutliche Ausbildung einer Zahnpapille, welche dieser Ausbuchtung unter lebhafter Zellvermehrung entgegenwuchert.

Weitere Zahnanlagen sind nicht zur Ausbildung gekommen. Die Zahnleiste senkt sich etwas schräg nach aussen in das Bindegewebe des Kiefers ein, ist ziemlich compact, hat fast geradlinigen Verlauf und steht durchweg in Zusammenhang mit dem äusseren Mundhöhlenepithel. Nach hinten zu wird die Einsenkung allmählich weniger tief, um zuletzt im hinteren Theile des Unterkiefers zu verschwinden.

Was wird nun aus dieser Zahnleiste, kommt es zur Entwickelung weiterer Zähne, die erst später rudimentär werden, oder verharrt sie in diesem Zustande, um später zu Grunde zu gehen? Diese Fragen beantwortet uns eine Querschnittserie durch den Unterkiefer des grösseren Fötus. Danach kommt es nicht zur Entwickelung von weiteren Zähnen, die Zahnleiste hat sich vielmehr in einer Weise verändert, welche auf ihren baldigen Untergang deutet. Sie tritt ganz vorn auf. Das Epithel der Mundhöhle hat sich zu einer Furche eingesenkt, vor welcher nach aussen zu fast senkrecht zu ihr ein zweiter Epithelkeil sich ins Bindegewebe einschiebt. Letzterer stellt die erste Anlage der Lippenfurche dar. Die Zahnleiste durchzieht den ganzen Kiefer von vorn nach hinten, im vorderen Theile ganz von dem Kieferhöhlenepithel losgelöst, im hinteren hier und da noch mit ihm in Zusammenhang stehend. Die grösste Ausbildung erreicht die Zahnleiste in ihrem hinteren Theile, vorn stellt sie einen oftmals unterbrochenen epithelialen Strang dar, in welche hier und da grosse Epithelperlen eingefügt sind, weiter hinten wird die Zahnleiste viel compacter, tritt mehrfach in Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel und wird fast ununterbrochen mit Epithelperlen durchsetzt, welche oft eine ganz bedeutende Grösse erreichen. Seitliche Abzweigungen nach dem äusseren Kieferrand zu, welche die Zahnleiste hier und da abgiebt, endigen mit ganz bedeutenden Auftreibungen, sind von concentrisch gelagertem Bindegewebe umgeben und legen den Gedanken nahe, dass es sich in solchen Fällen um die letzten Reste ehemaliger Schmelzorgananlagen handelt (siehe Fig. 70). Erst weit hinten im Kiefer endigt die Zahnleiste als dünner Epithelfaden im Bindegewebe liegend.

Fig. 70. Querschnitt durch das hintere Ende der Zahnleiste im Unterkiefer eines Narwalembryos von 25,7 cm. Vergr. 33.
1 Epithel der Mundhöhle. 2 Zahnleiste. 3 Epithelperle.

Wir haben hier ein treffliches Beispiel des Rudimentärwerdens der Zahnleiste vor uns. Besonders wichtig erscheint mir dieser Vorgang in Bezug auf die Beantwortung der Frage nach der Natur der Epithelperlen. Ihr massenhaftes Auftreten in der rudimentär werdenden Zahnleiste zeigt an, dass die Epithelperlen als Degenerationsproducte aufzufassen sind.

Aus der Länge der Zahnleiste im Unterkiefer des Narwals, sowie deren Mächtigkeit, lässt sich ersehen, dass die Vorfahren der Narwale einstmals auch im Unterkiefer ein reiches Gebiss besessen haben müssen.

In Bezug auf die Bezahnung des Oberkiefers ist Folgendes zu constatiren: Im kleineren Embryo ist die Zahnleiste von der Kieferspitze an bis weit nach hinten zu verfolgen, durchweg noch im Zusammenhange mit dem Kieferepithel. Von Zahnanlagen ist nur eine einzige, diese aber sehr deutlich aus-

gebildet. Der Erhaltungszustand des lange Zeit im Kopenhagener Museum aufbewahrten Embryos ist leider kein günstiger, so dass sich histologische Details nicht mehr beschreiben lassen, doch sieht man deutlich, wie die Zahnleiste nicht mit ihrem Ende in das Schmelzorgan des angelegten Zahnes eingeht, sondern durch einen seitlichen, nach der labialen Seite zu gehenden Ast mit letzterem in Verbindung tritt. Seitlich von der Zahnanlage, welche bereits eine breite Zahnpapille ausgebildet hat, liegt nach der inneren Seite zu das freie, kolbenförmig angeschwollene Ende der Zahnleiste, so dass also die Zahnanlage der ersten Dentition zuzurechnen ist. Ihrer ganzen Lage nach stellt nun diese Zahnanlage einen Entwickelungszustand des Stosszahnes vor, so dass also der Stosszahn des Narwales der ersten Dentition zuzurechnen ist. Hinter der Zahnanlage kommt es zu keiner weiteren Schmelzorganentwickelung. Die Zahnleiste wird weiter nach hinten zu compacter, sendet nach der labialen Seite hier und da kurze Aeste und ist durchweg in Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel. Erst weit hinten verschwindet sie, sich mit dem letzteren vereinigend.

Im Oberkiefer des grösseren Embryos, der einen weit besseren Erhaltungszustand aufweist, ist es zu einer viel weiteren Entwickelung der Bezahnung gekommen. In dem Gebiete von der Kieferspitze bis zur Stosszahnanlage ist zwar die Zahnleiste noch vorhanden, jedoch in einem sehr rudimentären Zustande, losgelöst von dem Mundhöhlenepithel und oft durchbrochen. An einigen Stellen kommt es zur Ausbildung von Epithelperlen. Erst kurz vor der Anlage des Stosszahnes tritt sie wieder deutlicher auf. Dieser Befund beweist, dass es beim Narwal nicht mehr zur Anlage von Oberkieferschneidezähnen kommt, selbst nicht in ganz rudimentärem Zustand. Kurz bevor die grosse Anlage des Stosszahnes auftritt, wird die Zahnleiste deutlicher als ein ausgebreitetes dünnes Netzwerk von Epithelfäden. Die Stosszahnanlage selbst sieht folgendermaassen aus: Auf Serienschnitten, die in der Längsrichtung des Kiefers geführt worden sind, sieht man, dass die Zahnanlage fast vollkommen horizontal gelagert ist und nur eine geringe Neigung nach oben aufzuweisen hat (Fig. 72).

Um die auffallendste Erscheinung vorweg zu erwähnen, will ich anführen, dass die gesammte Zahnanlage nicht, wie man es eigentlich für selbstverständlich halten sollte, eine einfache conische Form hat, sondern dass wir es hier mit einem complicirteren, aus zwei an ihrer Basis zusammenhängenden Papillen bestehenden Gebilde zu thun haben, einer Form, der auch das Schmelzorgan folgt. Beide Papillen liegen übereinander, die kleinere über der grösseren. Denken wir uns die gesammte Zahnanlage in ihre ursprüngliche Lage, senkrecht zum Mundhöhlenepithel zurückgebracht, so würde die kleinere Papille hinter der grossen, und etwas seitlich nach innen von ihr zu liegen kommen. Wie schon gesagt, hat auch das Schmelzorgan die entsprechende Form.

Es umgiebt die ziemlich lang ausgewachsene Doppelpapille als eine tief hinunterreichende Kappe und zeigt folgende Structur. Das innere Schmelzepithel ist sehr deutlich ausgebildet und besteht besonders an den Seiten aus einschichtigem Cylinderepithel, während es am Scheitel in zwei und drei nicht so regelmässig gelagerte Schichten übergeht. Ihm liegt dicht auf eine mehrfache Schicht von abgeplatteten Zellen, das Stratum intermedium, die allmählich auseinanderweichen und die characteristische Form der Zellen der Schmelzpulpa annehmen. Die Schmelzpulpa ist sowohl am Scheitel, wie an den Seiten des Schmelzorganes wohl ausgebildet. Von dem äusseren Schmelzepithel ist nicht mehr viel zu sehen, nur hier und da trifft man kurze Züge der stark abgeplatteten Epithelzellen an.

Als erste Degenerationszeichen des Schmelzorganes fasse ich eigenthümliche Züge von Epithelzellen auf, die hier und da die Schmelzpulpa durchziehen und aussen von einem einschichtigen Epithel cubischer Zellen eingefasst sind, während sie innen regellos gelagerte Massen von Epithelzellen enthalten.

Welches ist nun der Zusammenhang des Schmelzorganes mit der Zahnleiste? Letztere tritt als ein häufig unterbrochener Strang auf, der an der inneren Seite der kleineren, oben aufliegenden Papille in das äussere Schmelzepithel von dessen Schmelzorgan einmündet.

Als characteristisch für das Schmelzorgan ist noch zu erwähnen, dass es sich am Papillengrunde etwas nach einwärts buchtet, und dass hier, an der der Papille zugekehrten Seite, das innere Schmelzepithel ganz besonders stark entwickelt ist.

Ueber die beiden Papillen will ich anführen, dass die kleinere obere den Anschein erweckt, als ob sie seitlich der grösseren unteren aufsitzt. An den vorn abgerundeten Scheiteln hat sich bereits etwas unverkalktes Dentin gebildet.

Merkwürdig zurückgeblieben in der Entwickelung ist das Zahnsäckchen. Während die Basis der Zahnpapille tief ins Bindegewebe hinabreicht und scharf von ihm abgegrenzt ist, ist von einem eigentlichen Zahnsäckchen nichts zu bemerken, nur die bindegewebigen Zellen, welche das Schmelzorgan umgeben, haben sich in ein paar Schichten concentrisch um letzteres gelagert.

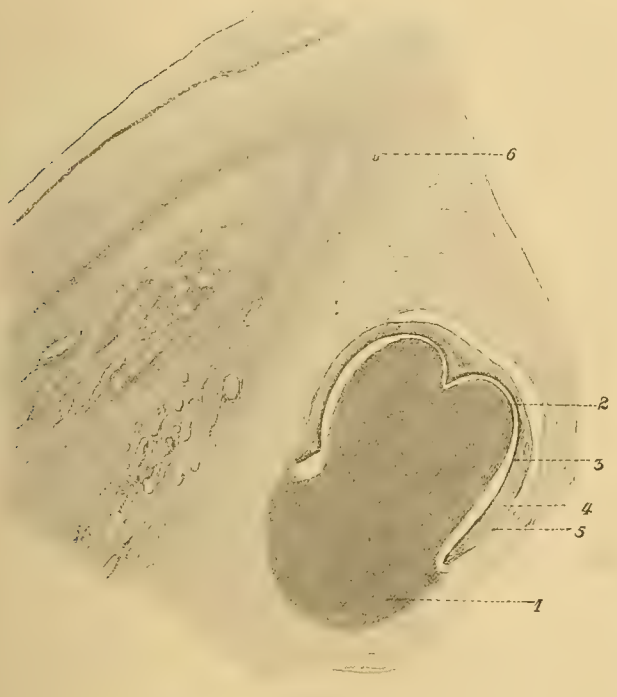


Fig. 71.

Fig. 72.

Fig. 71. Längsschnitt durch die Stosszahnanlage eines Narwalembryos von 25,7 cm. Länge. Vergr. 33.
1 Zahnpapille. 2 Odontoblastenschicht. 3 inneres Schmelzepithel. 4 Schmelzpulpa. 5 äusseres Schmelzepithel.

Fig. 72. Hinter der Stosszahnanlage liegende Zahnanlage aus dem Oberkiefer eines Narwalembryos von 25,7 cm. Rückenlänge. Vergr. 33. Längsschnitt.

Für die Auffassung des Stosszahnes vom Narwal scheint mir die embryologische Thatsache von hohem Werthe zu sein, dass er in seiner Anlage aus zwei distincten, an der Basis verschmolzenen Papillen besteht, während in späteren Stadien nichts mehr davon zu bemerken ist.

Ein Stück hinter der Stosszahnanlage liegt nun, wie nach den Angaben TURNER's auch erwartet werden musste, ein weiterer Zahn, und zwar nicht als rudimentäres Gebilde, sondern in allen seinen Theilen wohlausgebildet. Die ganze Anlage hat grosse Aehnlichkeit mit der früher beschriebenen der *Beluga*-zähne und ist von ansehnlicher Grösse (Fig. 72). Da die Lage des Zahnes eine von hinten schräg nach aussen und vorn gerichtete ist, so geben die Querschnitte des Kiefers auch Querschnitte durch den Zahn. Das Schmelzorgan ist ganz typisch ausgebildet, zu innerst mit dem cylindrischen inneren Schmelzepithel, aussen mit dem flacheren, noch vollständig zusammenhängenden äusseren Schmelzepithel ausgekleidet. Zwischen beiden liegt dem inneren Schmelzepithel eine mehrfache Reihe dicht gedrängter Zellen an, —

das Stratum intermedium —, welche allmählich nach aussen zu in die sternförmigen Zellen der Schmelzpulpa übergehen. Die Verbindung des Schmelzorgans mit der Zahnleiste ist auch hier wie bei den Belugazähnen eine zweifache, einmal vom Scheitel aus, durch einen Epithelstrang, der nach oben zieht und sich dicht unter dem Mundhöhlenepithel mit der Zahnleiste vereinigt, die andere Vereinigung erfolgt an der unteren inneren Seite der Zahnanlage. Ein freies, kolbig verdicktes Ende der Zahnleiste findet sich auch hier, wenn es auch nicht bis zur Bildung eines Ersatzzahnes kommt. Jedenfalls aber zeigt die ganze Zahnanlage, dass wir es mit einer Anlage der ersten Dentition zu thun haben. Von der Zahnpapille ist zu bemerken, dass sie eine ziemlich langgestreckte Gestalt besitzt, an ihrer Peripherie mit einer dichten Schicht von Odontoklasten besetzt ist, und dass letztere ihre Thätigkeit bereits begonnen und eine dünne Schicht noch unverkalkten Dentins abgeschieden haben. Am Grunde der Papille, da, wo sie in das bereits wohlausgebildete Zahnsäckchen übergeht, biegt sich der Rand des glockenförmig über ihr liegenden Schmelzorganes etwas nach innen zu ein, und man sieht an dieser ringförmig die Papille umgebenden Stelle die Epithelzellen in besonders dichter Anordnung.

Im weiteren Verlauf der nach hinten weiter ziehenden Zahnleiste kommt es nun nirgends zur Anlage eines weiteren Zahnes. Die Zahnleiste scheint vielmehr schon in rückläufiger Umbildung begriffen zu sein, häufig ist sie unterbrochen, netzförmig, und bildet im hinteren Theile, wo sie kürzer und compacter wird, eine ganze Reihe grosser Epithelperlen, um endlich als immer dünner werdender Strang dicht unter dem Mundhöhlenepithel zu verschwinden.

Zusammenfassung:

Ueberblicken wir kurz die Zahnentwickelung des Narwals, so fällt uns zunächst die Ausbildung einer langen Zahnleiste im Unterkiefer auf, die in dem sehr jungen ersten beschriebenen Stadium sogar zur Ausbildung einer deutlichen Zahnanlage führt. Die Vorfahren der Narwale haben also auch im Unterkiefer ein anscheinend reiches Gebiss besessen, welches zu Grunde ging, und von dem nur ein Zahnpaar, der Lage nach die Eckzähne etwas länger erhalten blieben, bis auch sie verschwanden. Im Oberkiefer finden sich jederseits zwei Zahnanlagen vor, die erste, die Eckzahnanlage, liefert den späteren Stosszahn, die zweite einen dahinter liegenden Zahn, der wohl meist resorbirt wird, gelegentlich jedoch zur Ausbildung gelangen kann. Bei einem jungen Skelet des Narwals, welches im Natural History Museum in London aufbewahrt wird, waren diese beiden kleinen, hinter den noch sehr kurzen Stosszähnen liegenden Zähne deutlich zu sehen und vollkommen verkalkt. Die Verbindung der Zahnanlagen mit der Zahnleiste zeigt, dass die Zähne des Narwales der ersten Dentition zugehören.

Globiocephalus melas.

Ueber die Bezahnung des erwachsenen Grindes ist wenig zu berichten. Murie [1]) giebt in seiner Monographie die Zahnformel $\frac{10—10}{11—12}$. Die Zähne nehmen nach hinten an Grösse bis zum 6. Zahne zu, dann wieder ab. Sie sind leicht nach innen gebogen, die Unterkieferzähne stehen etwas nach hinten.

Die von True [2]) angegebenen Zahnzahlen sind etwas geringer, er giebt von 6 Schädeln folgende Zahlen an: $\frac{10—9}{?—?}$, $\frac{?—11}{?—?}$, $\frac{9—9}{9—9}$, $\frac{10—10}{10—10}$, so dass also die mittlere Zahnzahl von $\frac{9}{9}$ bis $\frac{10}{10}$ schwanken würde.

1) Murie, On the organisation of the Caaing Whale. Transact. Zool. Soc. Vol. VIII. Part IV. 1873. p. 253.
2) True, l. c.

An dem herausgenommenen Ober- wie Unterkiefer eines Embryos von 41 cm. zeigt sich die Anlage der Zähne schon bei oberflächlicher Besichtigung; sie sind zwar noch nicht durchgebrochen, haben jedoch das Mundhöhlenepithel bereits etwas in die Höhe getrieben und lassen ihre Form und Zahl deutlich erkennen. Es sind ihrer oben wie unten 9.

Auch P. VAN BENEDEN [1]) berichtet, dass an einem grossen Embryo von *Globiocephalus melas* von 1,70 m. Länge, der demnach dicht vor der Geburt stand, die Zähne noch nicht durchgebrochen waren, wohl aber von aussen dadurch deutlich sichtbar waren, dass sie das äussere Integument in die Höhe gehoben hatten.

Schon hier möchte ich bemerken, dass, wie die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung ergeben hat, die Variabilität der Zahnzahl dadurch zu erklären ist, dass die Zahnleiste nach Anlage des neunten Zahnes noch ein gutes Stück weiter nach hinten zieht und eine, wohl auch zwei oder drei neue Zahnanlagen zu erzeugen vermag.

Die erste Anlage der Bezahnung konnte ich untersuchen an einem Embryo dieses Wales von einer Länge von ca. 10 cm., von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzflosse über den Rücken gemessen (s. Bd. I, Taf. II, Fig. 6). Im vorderen Theile der Kiefer war nichts zu sehen, im hinteren Theile senkte sich eine breite Rinne in jeden Kiefer ein, der das sich hier verdickende Epithel folgte. Diese Rinne lief in zwei seitlich von einander liegende Zipfel aus, von denen der äussere, wie schon auf diesem Stadium zu sehen, die erste Anlage der Lippenfurche, der innere die Zahnfurche, auf deren Grunde sich später die Zahnleiste entwickelt, darstellte. Im Oberkiefer war die Entwickelung weiter vorangeschritten als im Unterkiefer. Die primitive Anlage liess sich bis weit nach hinten verfolgen.

Wir haben somit in vorliegendem Fall eines der ersten Stadien der Zahnentwickelung vor uns, die Einsenkung einer Epithelrinne, welche sich in zwei Zipfel auszieht, von denen der eine, der äussere, der Lippenfurche, der andere, innere der Zahnfurche den Ursprung giebt.

Die Entwickelung der Zähne studirte ich an Querschnitten durch Unter- und Oberkiefer eines Schwarzwalembryos von 45,6 cm. Länge.

Beginnen wir mit dem Studium des Unterkiefers, so sehen wir, wie ganz vorn in seiner äussersten Spitze ein Epithelstrang im umgebenden Bindegewebe liegt, der deutliche Zeichen der Degeneration an sich trägt. An einer Stelle schwillt das untere Ende des Stranges beträchtlich an und bietet den Anblick eines rudimentär werdenden Schmelzorganes. Wir haben es hier mit dem letzten Rest der Anlage eines Schneidezahnes zu thun. Kurz darauf verschwindet der Epithelstrang vollkommen, und erst ein Stückchen weiter nach hinten tritt ein neuer, vom vorhergehenden vollkommen getrennter Strang auf, die eigentliche Zahnleiste. Die Zellen derselben bieten einen ganz anderen Anblick dar, wie die des vorderen Epithelstranges. Waren letztere nur noch in losem Zusammenhange, so sind sie in der Zahnleiste in festem Verbande und in lebhafter Entwickelung begriffen. Mit dem Mundhöhlenepithel steht die Zahnleiste nicht mehr im Zusammenhang, sie liegt in der Tiefe des Bindegewebes und zeigt eine abgerundete untere Kante. Bald tritt die erste eigentliche Zahnanlage auf, und zwar liegt diese, wie wir gleich hier constatiren wollen, nach aussen, d. h. labial von der schräg nach innen ziehenden Zahnleiste.

Die Zähne sind in der Weise entwickelt, dass die vorderen in ihrer Ausbildung viel weiter vorgeschritten sind als die hinteren. So zeigt uns der dritte Zahn von vorn folgendes Bild (Fig. 73): Die Zahnpapille hat die Form eines Hutpilzes, ihre Basis geht in dichtes Bindegewebe über, welches den unteren Theil der Zahnanlage umgreift und das Zahnsäckchen darstellt. Der obere Theil der Zahnpapille

1) P. VAN BENEDEN, Recherches sur la faune littorale de Belgique. Cétacés. 1860.

verbreitert sich plötzlich stark, und ihr breiter, kappenartiger oberer Theil ist mit einer ansehnlichen Dentinschicht überdeckt. Unter dem Dentin sieht man deutlich die einschichtige Lage der langen cylindrischen Odontoblasten, welche lange Fortsätze ins Dentin hineinsenden. Die Kerne der Odontoblasten liegen sämmtlich an deren innerem, dem Dentin abgekehrtem Ende. Dentin und Odontoblasten sind zu verfolgen bis zu der scharfen Umbiegung, welche den unteren schlanken Theil der Papille von dem breiteren oberen trennt. Das die Papille umhüllende Schmelzorgan ist noch wohl entwickelt. Das innere Schmelzepithel umzieht die gesammte Papille und zeigt sich zusammengesetzt aus einer einschichtigen Lage sehr deutlich cylindrischer Zellen, deren Kerne sich sämmtlich in dem nach aussen lagernden Ende befinden. Ueberdeckt ist dies innere Schmelzepithel im Scheitel der Zahnanlage von flach gelagerten Epithelzellen, die nur eine dünne, oft unterbrochene Schicht darüber bilden. Ganz anders gestaltet sich der Anblick des Schmelzorganes im seitlichen Theile (Fig. 73). Das innere Schmelzepithel dringt in die tiefe Rinne ein, welche

Fig. 73.

Fig. 74.

Fig. 73. Querschnitt durch die dritte Zahnanlage des Unterkiefers eines Embryos von *Globiocephalus melas* von 45,6 cm. Länge. Vergr. 33.

1 Zahnpapille. 2 Odontoblastenschicht. 3 Dentin. 4 Schmelz. 5 inneres Schmelzepithel. 6 Schmelzpulpa. 7 äusseres Schmelzepithel. 8 Zahnleiste.

Fig. 74. Querschnitt durch den oberen seitlichen Theil der sechsten Unterkieferzahnanlage eines Embryos von *Globiocephalus melas* von 45,6 cm. Länge. Vergr. 240.

1 Zahnpapille. 2 Odontoblastenschicht. 3 innere Dentinschicht. 4 äussere Dentinschicht. 5 Schmelz. 6 inneres Schmelzepithel. 7 Reste des Schmelzorgans. 8 Bindegewebe. 9 Zahnleiste.

den oberen Papillentheil von dem schmalen unteren trennt, und gewinnt hier wie in dem bis zur Basis der Papille reichenden Theile ungemein an Mächtigkeit. An der Papillenbasis biegt das innere Schmelzepithel um und geht in das flachere, vielfach unterbrochene äussere über. Zwischen beiden Schichten lagert eine ansehnliche Schicht rundlicher Epithelzellen (Stratum intermedium), die zwar besonders in der Mitte ziemlich locker liegen, es aber doch nicht zur Bildung einer Schmelzpulpa kommen lassen. Der ganze untere Theil des Schmelzorganes macht, im Gegensatz zu dem oberen den Scheitel bedeckenden Theile, einen massigen Eindruck, und die starke Entwickelung des inneren Schmelzepithels, besonders in der Papillenrinne zeigt, dass wir an dieser Stelle den Herd des Schmelzorganwachsthums zu suchen haben.

In diesem Stadium hat übrigens die Ablagerung von Schmelz begonnen, der als dünnes, aber deutliches, aus senkrecht stehenden Säulen bestehendes Häutchen den Scheitel des Dentins bedeckt.

Es erübrigt uns nunmehr nur noch die Erörterung der wichtigen Frage, in welcher Beziehung das Schmelzorgan zur Zahnleiste steht. Die Zahnleiste ist ein continuirlicher, in der Tiefe des Bindegewebes verlaufender Epithelstrang, der nach innen von der Zahnanlage liegt und jedesmal eine starke Anschwellung an seinem unteren Ende erfährt. Das Schmelzorgan der Zahnanlagen tritt nun in der Weise mit der Zahnleiste in Verbindung, dass an seinem unteren inneren Theile seitliche Sprossen die Zahnleiste mit ihr verbinden und die Zahnleiste zuletzt dicht an das äussere Schmelzepithel des unteren Theiles des Schmelzorganes herantritt.

Wir ersehen hieraus ohne weiteres, dass die Zahnentwickelung des *Globiocephalus melas* ganz die gleiche ist, wie die der vorher untersuchten Zahnwale. Auch die Zähne des Schwarzwales legen sich nach aussen von der Zahnleiste an, die seitlich nach innen an jeder Zahnanlage sehr stark anschwillt; es sind also auch die Zähne des Schwarzwales der ersten Dentition angehörig, während die zweite Dentition nicht mehr zur Anlage kommt, in potentia aber in den entsprechenden Anschwellungen der Zahnleiste enthalten ist.

Wie schon erwähnt, nehmen die Zahnanlagen nach hinten zu an Grösse und Ausbildung ab, dagegen wird die Zahnleiste immer compacter und zieht sich, allmählich sich dem Mundhöhlenepithel nähernd, als starker Epithelstrang nach hinten fort. Die neunte Zahnanlage ist die letzte deutlich ausgebildete, doch ist es noch nicht zur Bildung von Dentin gekommen, die zehnte Zahnanlage dagegen ist in ihren ersten Anfängen begriffen. Die Zahnleiste hat sich nach der labialen Seite hakenförmig umgebogen, und indem sich durch Sprossung der dadurch gebildete Winkel mit Epithelzellen anfüllt, kommt es zur Bildung einer compacten Epithelmasse, die an ihrem unteren Rande etwas eingebuchtet, sonst aber nicht weiter differenzirt ist. Immer näher rückt die compacte Zahnleiste dem Mundhöhlenepithel und tritt endlich ganz hinten mit ihm in Zusammenhang, um bald darauf zu verschwinden.

Eine Querschnittserie durch den Oberkiefer desselben Embryos zeigte im ganzen die gleichen Verhältnisse, welche wir soeben im Unterkiefer kennen gelernt haben. Eine kleine Zahnanlage, die indes etwas weiter ausgebildet ist, als die entsprechende des Unterkiefers, liegt auch im Oberkiefer ganz vorn an der Spitze. Die folgenden Zähne sind ungefähr auf derselben Höhe der Entwickelung wie die des Unterkiefers, doch sind die beiden hintersten Zähne 9 und 10 etwas weiter vorangeschritten als die gleichen unten. Nach der letzten Zahnanlage setzt sich die Zahnleiste noch ein gutes Stück weiter nach hinten fort, als compacter Strang dicht unter dem Mundhöhlenepithel verlaufend, um sich endlich in letzteres zu begeben, welches an dieser Stelle eine deutliche, noch ein Stück weiter nach hinten verlaufende Rinne bildet.

Die grosse Aehnlichkeit in der Anlage der Zähne des *Globiocephalus* mit den gleichen Bildungen bei *Beluga* ist unverkennbar, und die gewonnenen Resultate dienen nur dazu, eine neue Stütze für meine Auffassung des Zahnwalgebisses zu geben, wie ich sie zuerst auf Grund meiner Untersuchungen an *Beluga*-Embryonen ausgesprochen habe.

Delphinus delphis L.

Die Bezahnung des Delphins ist allgemein bekannt, sie gilt als der ausgeprägteste Typus einer homodonten Bezahnung bei Säugethieren. Ein grosses, von mir gesammeltes Vergleichsmaterial zeigt, dass die Zahl der Zähne von 47 bis 50 im Oberkiefer, von 46 bis 51 im Unterkiefer schwankt. Die Zähne sind mit Ausnahme der vordersten und der hintersten, welche an Grösse etwas abnehmen, gleichgross und stehen in gleichweiten Abständen von einander. Ihre Form ist eine spitz-conische, mit etwas nach innen gekrümmter Spitze; sie sind senkrecht in die Kiefer eingepflanzt. Das Gebiss greift derart in einander, dass

je ein Oberkieferzahn zwischen zwei Unterkieferzähnen zu liegen kommt, es ist also denkbarst zweckentsprechend gebaut zum Ergreifen der aus Fischen bestehenden Nahrung.

Bei der Vergleichung der zahlreichen Schädel, welche besonders in den Museen von London, Paris und Leiden aufgespeichert sind, fielen mir kleine Abweichungen auf, welche sich darin äussern, dass die Zähne des Ober- und Unterkiefers nicht durchweg gleichmässig in einander greifen, sondern, dass auch gelegentlich zwei Zähne desselben Kiefers in den Zwischenraum zweier Zähne des entgegengesetzten Kiefers zu liegen kommen; derartige Vorkommnisse fand ich bei einer grossen Anzahl von Delphinschädeln. Die betreffenden beiden Zähne waren dann näher an einander gerückt und convergirten mit ihren Spitzen. Sowohl im Ober- wie im Unterkiefer zeigte sich diese Erscheinung, und zwar besonders an zwei Stellen, ganz hinten und in der Mitte. In der Mehrzahl der Fälle waren es der fünft- bis zehntletzte Zahn.

Als ich erst einmal auf diese anscheinend geringfügige Variabilität der Zahnbildung aufmerksam geworden war, kam mir der Gedanke, ob sich nicht auch gelegentlich Zähne im Gebiss des Delphins finden würden, welche noch näher zusammenliegen und eventuell mit einander verschmolzen wären. In der That stellte es sich heraus, dass solche Bildungen vorkommen und gar nicht einmal so selten sind.

Zuerst sah ich das bei einem Delphinschädel im Londoner Natural History Museum. Im linken Oberkiefer waren der acht- und der neuntletzte Zahn derart mit einander verschmolzen, dass sie eine gemeinsame breite Basis hatten, von der sich zwei ganz dicht anliegende, aber doch getrennte Zahnspitzen erhoben. Auf der rechten Oberkieferseite zeigte sich auf den ersten Blick dieselbe Erscheinung ebenfalls beim acht- und neuntletzten Zahne, bei genauerem Zusehen erkannte ich indessen, dass die beiden Zähne zwar so dicht lagen, dass sie einander berührten, dass sie aber trotzdem von einander getrennt waren und also nur eine gemeinsame Alveole besassen. Eine ganz ähnliche Doppelbildung fand ich an einem Schädel des Leidener Reichsmuseums, hier war es der fünft- und sechstletzte Zahn im linken Oberkiefer, welche derart mit einander verschmolzen waren, dass fast die Hälfte der Zahnkrone ein einheitliches Ganzes darstellte, auf dem sich erst die beiden conischen Spitzen erhoben.

Eine etwas andere Art des Zusammentretens von Zähnen zeigten mir zwei andere Schädel. Bei dem einen standen im rechten Oberkiefer der sechste und siebente und hierauf der achte und neunte Zahn derart zusammen, dass der kleinere hintere zugleich auch etwas nach aussen stand, dasselbe war auf der linken Oberkieferseite beim fünft- und sechstletzten Zahn zu bemerken, und genau die gleiche Bildung wiederholte sich bei einem zweiten Schädel im linken Oberkiefer, nur dass in diesem Falle die Zähne noch dicht aneinander standen, aber doch von einander getrennt waren.

Im Ganzen habe ich 14 Fälle zu verzeichnen, in denen es innerhalb des fünft- bis zehntletzten Zahnes entweder zur Verschmelzung je zweier kommt, oder doch wenigstens beide Zähne so dicht zusammenliegen, dass sie einander berühren.

Für die Genese des homodonten Delphingebisses scheinen mir diese Abweichungen von grosser Bedeutung zu sein, doch werde ich darauf erst in der zusammenfassenden Darstellung meiner Anschauungen über das Zahnwalgebiss zurückkommen.

Zum Studium der Zahnentwickelung des Delphins standen mir mehrere Embryonen zu Gebote. Der kleinste, den ich hier zunächst behandeln werde, stammt aus dem Hamburger Museum, war nicht bestimmt worden und wurde im Indischen Ocean nahe am Aequator erbeutet. Seine Länge betrug, über den Rücken gemessen, 16,4 cm. Die durch den ganzen Kopf gelegte Frontalschnittserie ist für die Zahnentwickelung der Delphiniden deshalb von Wichtigkeit, weil sie die ersten Anlagen der Bezahnung zeigt.

Beginnen wir mit dem Unterkiefer, so sehen wir gleich ganz vorn an dessen Spitze jederseits eine Zahnanlage, die beide ganz dicht zusammenstehen (s. Fig. 75). Eine solche Zahnanlage besteht aus einem Schmelzorgan und der ersten Andeutung einer Zahnpapille, sowie des Zahnsäckchens. Das Schmelz-

organ ist noch eine compacte, im Querschnitt dreiseitige Masse, welche an ihrem unteren Rande eine Einbuchtung zeigt, die bereits viel tiefer geht als die kaum erkennbare darunter liegende Zahnpapille. Es zeigt sich aufs deutlichste, dass es nicht etwa die Zahnpapille ist, welche das Schmelzorgan einstülpt, sondern dass der primäre Vorgang von dem Schmelzorgan ausgeht. Das Schmelzorgan ist sehr einfach gebaut und an seinem unteren, der Zahnpapille zugewandten Rande mit einer Schicht hoher cylindrischer Epithelzellen besetzt, welche sich auch auf die innere Seite des Schmelzorganes fortsetzen. Die äussere Begrenzung besteht aus dem flachen äusseren Schmelzepithel. Die zwischen beiden Schichten gelegene epitheliale Zellmasse füllt den Zwischenraum noch vollständig aus, scheidet sich aber der Anordnung seiner Zellen nach in zwei Regionen. Die untere besteht aus rundlichen, dicht gelagerten Zellen, welche in mehrfacher Schichtung dem inneren Schmelzepithel aufliegen. Allmählich gehen diese Zellen über in die der zweiten Region, welche aus langgestreckten, parallel gelagerten Zellen besteht, mit der Hauptrichtung der Zellen in der Queraxe des Schmelzorganes. Aus diesen Zellen wird jedenfalls später die Schmelzpulpa gebildet.

Fig. 75. Querschnitt durch die beiden ersten Zahnanlagen der Unterkiefers eines Embryos von *Delphinus delphis* von 16,4 cm. Länge. Vergr. 33.
1 Mundhöhlenepithel. 2 Schmelzorgan. 3 Zahnsäckchen. 4 Symphyse.

Noch ist die Zahnleiste nicht zu sehen, sie tritt erst am hinteren Ende des Zahnes auf und begiebt sich als kurzer breiter Epithelstrang an den inneren Rand der Zahnanlage, deren aus hohen cylindrischen Epithelzellen bestehender Rand vollständig von der Zahnleiste gebildet wird. Eine Verbindung mit dem äusseren Schmelzepithel erfolgt durch zahlreiche Sprossen, welche von dessen Scheitel an die Zahnleiste ziehen.

Der weitere Verlauf der Zahnleiste ist folgender: vorn stellt sie einen continuirlich mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung stehenden Strang dar, der sich weiter nach hinten zu immer mehr an seinem freien Ende verbreitert und gleichzeitig immer oberflächlicher verläuft, bis er endlich im Mundhöhlenepithel aufgeht. Der hintere Theil der Zahnleiste ist noch nicht weiter differenzirt, im vorderen kann man mit Sicherheit 19 Zahnanlagen unterscheiden. Alle diese Zahnanlagen gleichen durchaus der ersten bereits beschriebenen. Sehr deutlich ist an dem unteren Rande ihres Schmelzorganes die charakteristische Einbuchtung zu sehen, in welche später die Zahnpapille einwächst, von der indes in diesem Stadium noch keine Spur einer Anlage zu sehen ist. Die einzige Veränderung, welche das dem Schmelzorgan gegenüberliegende Bindegewebe eingegangen ist, ist eine starke Zellvermehrung, welche halbmondförmig das Schmelzorgan umgiebt. Die Verbindung der Schmelzorgananlagen mit der Zahnleiste erfolgt dadurch, dass einmal seitliche Stränge der letzteren sich mit Sprossen des äusseren Schmelzepithels verbinden, zweitens aber, indem das freie angeschwollene Ende der Zahnleiste vollkommen in die Schmelzorgananlage eingeht und die innere Seite des letzteren bildet. Es bildet sich also in diesem Falle die Zahnanlage seitlich nach aussen von der Zahnleiste aus, letztere wird aber vollkommen in die Bildung des Schmelzorganes mit einbezogen, ohne dass es, wie wir es bei *Beluga* sahen, zur Bildung eines freien Zahnleistenendes oder gar rudimentärer Ersatzzähne kommt. Immerhin ist aber die Lagerung der Zahnanlagen zur Zahnleiste eine solche, dass man sie unbedingt der ersten Dentition zurechnen muss.

Ueber die Lagerung der Schmelzorgane möchte ich noch bemerken, dass sie bei den vorderen Zähnen eine schräg nach innen gerichtete ist, eine ziemlich senkrechte zum Mundhöhlenepithel bei den hinteren Anlagen.

Die Verhältnisse im Oberkiefer gleichen denen des Unterkiefers durchaus. Die Zahnanlagen stehen in dem gleichen Stadium der Entwickelung. Die compacte Zahnleiste setzt sich ein Stück weiter als im Unterkiefer nach hinten fort, tritt immer näher zu der senkrecht von ihr abgehenden Lippenfurche und endigt im Mundhöhlenepithel.

Um die Weiterentwickelung der Zähne zu studiren, wählte ich den Kopf eines grösseren Delphinembryos von 26 cm. Länge.

Es war mir schon bei Untersuchung des jüngeren Stadiums aufgefallen, dass die erste Zahnanlage des Unterkiefers etwas grösser war als die der darauf folgenden Zähne, in dem älteren Stadium tritt dies noch mehr hervor. Die erste Zahnanlage, welche eine sehr stattliche Papille entwickelt hat, überragt an Grösse die übrigen ganz bedeutend, ausserdem ist ihre Lage eine schräg nach vorn gerichtete, so dass die Kieferquerschnitte auch die Anlage mehr im Querschnitte treffen. Die Zahnleiste steht mit der Zahnanlage nicht mehr im Zusammenhang, sie liegt oberhalb derselben, etwas nach innen zu, als ziemlich dünner kurzer Strang, von dem Mundhöhlenepithel vollkommen losgelöst. Die zweite Zahnanlage ist sehr klein, die Papille kaum angedeutet, ebenso verhält es sich bei der dritten, vierten und fünften, erst mit der sechsten Anlage tritt die Zahnpapille deutlicher auf.

Um ein deutliches Bild von der Art der Verbindung des Schmelzorganes mit der Zahnleiste zu geben, wähle ich zwei Schnitte aus der neunten Zahnanlage (Fig. 76 u. 77). Man sieht hier aufs deutlichste die seitliche Anlage des Zahnes und seine Verbindung mit der Zahnleiste.

Fig. 76.

Fig. 77.

Fig. 76. Querschnitt durch die neunte Zahnanlage des Unterkiefers eines *Delphinus*-Embryos von 16,4 cm. Länge. Vergr. 33.
1 Mundhöhlenepithel. 2 Zahnleiste. 3 Schmelzpulpa. 4 Zahnpapille.
Fig. 77. Querschnitt etwas weiter hinten wie in Fig. 76 dargestellt.
1 Mundhöhlenepithel. 2 Zahnleiste. 3 Schmelzpulpa. 4 Zahnpapille.

Die Zahnanlagen werden im weiteren Verlaufe immer grösser, und es tritt nun gleichzeitig mit diesem Wachsthum ein eigenthümlicher Process an dem darüber liegenden Mundepithel ein. Das über dem Zahne gelegene Bindegewebe drängt sich nämlich nach aussen, eine scharf umschriebene Herauswölbung hervorrufend, und das Mundhöhlenepithel ist an dem Scheitel der hervorgewölbten Stelle sehr dünn geworden. Es hat durchaus den Anschein, als ob das Epithel sich deshalb so verdünne, um dem inzwischen wachsenden Zahn das Durchbrechen zu erleichtern.

Die Zahl der angelegten Zähne beträgt 39, doch setzt sich die Zahnleiste hinter dem letzten deutlich sichtbaren Schmelzorgan ein gutes Stück weiter nach hinten fort, mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung stehend und endlich in letzteres übergehend.

Phocaena communis.

Die Bezahnung des Braunfisches ist ziemlich abweichend gebaut von der der anderen Delphiniden, indem die Zähne nicht eine einfache conische, sondern eine blattartig verbreiterte Krone haben, die von der langen, röhrenförmigen Wurzel scharf abgesetzt ist. Die Untersuchung zweier frischer Exemplare lieferte mir folgende Thatsachen.

An dem einen Exemplare, einem Männchen, sah ich im Oberkiefer rechts 24, links 25 Zähne aus dem Zahnfleische frei herausragen, die vorderen und die hinteren drei waren kleiner, die übrigen von gleicher Grösse. Die breiten Zahnkronen standen mit ihrer Längsaxe nicht in der Längsrichtung der Zahnreihe, sondern etwas schräg nach innen. Zwischen den Zähnen schiebt sich das Zahnfleisch papillenförmig empor. Im Unterkiefer sind rechts wie links 24 Zähne vorhanden, von denen die vordersten wie die hintersten kleiner sind. Die beiden vordersten stehen 0,5 cm. von einander entfernt.

Im Oberkiefer des etwas kleineren Weibchens, welches ich eingehender untersuchen konnte, ist zu bemerken, auch noch nicht durchgebrochene Zähne vorhanden waren. Sichtbar waren rechts 27, links 26 Zähne, die vordersten und hintersten etwas kleiner. Indem ich die Haut zwischen den beiden vordersten Zähnen entfernte, entdeckte ich darunter zwei weitere kleinere Zähne jederseits, von etwas anderer, mehr conischer Form. Die beiden mittleren standen sehr nahe aneinander. Die beiden Zahnpaare waren in den Zwischenkiefer eingepflanzt, also Schneidezähne.

Recht auffällig erschien mir die Form der einzelnen Zähne, die ich an macerirten Schädeln niemals derartig ausgeprägt beobachtet hatte. Der allgemeine Typus eines solchen Zahnes ist folgender (Fig. 78): Auf die lange, röhrenförmige Wurzel folgt die stark verbreiterte, blattförmige Krone, die aus drei Theilen besteht, einem mittleren conischen und zwei seitlichen, welche sich als wulstige Gebilde dem mittleren Theil anlegen und ihn zu beiden Seiten überdecken. Im Scheitel stossen die beiden seitlichen Wülste aneinander und sind mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Wird schon durch diese dreitheilige Bildung der Krone der Eindruck eines complicirteren Zahnes hervorgerufen, so erhöht sich derselbe noch durch die Ränder, welche besonders an den hinteren Zähnen deutlich eingekerbt sind.

Fig. 78.
Zahn 22 des rechten Oberkiefers eines erwachsenen Braunfisches. Vergr. 4.

Wie schon gesagt, sind die Zähne in ihrer Längsrichtung nicht in die Zahnreihenrichtung, sondern etwas schräg dazu eingepflanzt, und zwar nimmt die schräge Stellung weiter hinten noch zu, der Art, dass der Vorderrand der Zähne nach innen gewandt ist. Beim fünftletzten Zahne jeder Reihe ist aber die Richtung die entgegengesetzte, indem beide Zähne mit ihrem Hinterrande nach hinten gewandt sind, und eine ähnliche, fast senkrecht zur Zahnreihenlinie stehende Richtung nehmen die dahinter liegenden Zähne an. Auch diese Zähne zeigen fast überall denselben Typus des Aufbaues der Krone wie die davor liegenden, nur der zweitletzte des linken Oberkiefers ist etwas anders gebaut; die mittlere conische Erhebung liegt nämlich nicht mit den beiden anderen in einer Linie, sondern ist mehr nach hinten gelagert, so dass die Zahnkrone einen deutlichen tritubercülären Bau hat. Entfernt man die Mundschleimhaut hinter dem letzten sichtbaren Zahn, so kommen noch 2 weitere zum Vorschein, von geringerer Grösse und sehr deutlich ausgesprochenem tritubercülären Bau. Im linken Oberkiefer finden sich also 30 wohlausgebildete Zähne vor, von denen die 2 ersten und 2 letzten unterm Zahnfleisch verborgen sind.

Da sich auch im rechten Oberkiefer hinter dem letzten sichtbaren Zahne noch 2 weitere befinden, so erhöht sich die Zahl auf 31, von denen ebenfalls die 2 vorderen und die 2 hinteren das Zahnfleisch nicht durchbrochen haben.

Vergleichen wir beide Kieferseiten mit einander, so finden wir, dass die Länge der Zahnreihe auf beiden Seiten genau dieselbe ist, nicht aber die Zahl, da der rechte 31, der linke nur 30 Zähne besitzt.

Links stehen die Zähne in durchaus gleichen Abständen von einander, rechts ebenfalls bis auf Zahn 27 und 28, die so nahe beisammenliegen, dass sie einander berühren. Vielleicht ist hierin der Grund für die Vermehrung der Zahnzahl rechts gegeben. Es hätte sich also dann der Zahn, welcher dem Zahn 27 links entspricht, rechts in zwei Zähne getheilt. Doch ist dies nur eine Vermuthung, die nur dadurch eine Stütze erhält, dass wir in anderen Säugethierordnungen derartige Zahntheilungen wirklich beobachten können.

Ueber die Function des Gebisses ist noch zu erwähnen, dass die Zähne des Unterkiefers nach innen von denen des Oberkiefers, und alternirend mit je einem Zahne des letzteren zu liegen kommen. Wird das Maul geschlossen, so stossen also die Zähne nirgends auf einander, sondern auf die Mundschleimhaut, resp. den äusseren Rand des Unterkiefers, oben wie unten grubenförmige Eindrücke hinterlassend. Schon daraus wird ersichtlich, dass das Gebiss nur zum Ergreifen und Festhalten der glatten Beute dient.

Die Zähne des Unterkiefers sind an Zahl geringer. Aeusserlich sichtbar sind links 23, rechts nur 22 Zähne. Auch sie sind schräg zur Zahnlinie eingepflanzt, aber entgegengesetzt wie die Zähne des Oberkiefers, indem ihr hinterer Rand nach innen gerichtet ist.

Der vorderste jederseits ist klein und durch einen grösseren Abstand von den darauf folgenden getrennt als diese unter sich. Die Form der letzteren ist ganz die gleiche wie die der Oberkieferzähne, in der Mitte eine conische Spitze, umwallt von zwei seitlichen Wulsten, die sich im Scheitel vereinigen.

Auch hier sehen wir, wie beim Oberkiefer, eine Ungleichheit in der Zahnzahl, deren Ursache indes mit grösserer Sicherheit festzustellen ist. Die Länge der Zahnreihe ist auf beiden Seiten durchaus die gleiche, links steht aber an Stelle der beiden hintersten Zähne, welche rechts getrennt sind, ein Zahngebilde, welches viel grösser ist und in seiner Gestalt zeigt, dass es zwei zusammengewachsenen einfachen *Phocaena*-Zähnen entspricht. Es besteht aus zwei hinter einander liegenden Theilen, der vordere, grössere weist die typische Gestalt der *Phocaena*-Zähne auf, der hintere kleinere ist undeutlich tritubercular. Aeusserlich getrennt sind beide durch eine Furche, aber trotzdem sind sie verwachsen. Die Doppelnatur des Zahnes zeigt sich auch darin, dass die Wurzel die doppelte Breite besitzt und Andeutungen einer Längsfurche jederseits aufzuweisen hat (Fig. 79 u. 80).

Hinter dem letzten sichtbaren Zahn konnte ich keine weiteren Anlagen auffinden, wohl aber fanden sich ganz vorn zwischen den beiden vordersten sichtbaren Zähnen noch ein paar sehr kleine unverkalkte Bildungen vor, die ich nach microscopischer Untersuchung als unzweifelhafte Zahnanlagen ansehen muss. Sie sind einander sehr genähert und müssen ebenso wie die gleichen kleinen Bildungen im Oberkiefer als Schneidezähne aufgefasst werden. In letzterem sind also zwei Schneidezähne jederseits, im Unterkiefer nur einer vorhanden.

Nach meiner Auffassung gehört die Bezahnung der Zahnwale, welche keinem Wechsel unterworfen ist, der ersten Dentition an, und ich habe dies auf entwickelungsgeschichtlichem Wege für mehrere Arten nachweisen können. Auch für *Phocaena* gilt die Deutung des Gebisses als erste Dentition, und ich brauche, um dies zu beweisen, gar nicht auf die Entwickelungsgeschichte zurückzugehen, sondern kann mich auf folgende Befunde am Gebiss des erwachsenen Thieres stützen.

Am Zahn 20 des rechten Unterkiefers bemerkte ich nämlich seitlich nach innen vom Zahn einen kleinen, kaum aus der Mundschleimhaut hervorragenden Höcker, und als ich ihn freilegte, sah ich, dass er eine kleine conische Zahnanlage darstellt, die an der Seite und der Basis mit der Seite der aussen

liegenden grossen Zahnanlage verwachsen ist (Fig. 81). Die seitliche nach innen liegende Zahnanlage ist, wie ich später entwickelungsgeschichtlich darlegen werde, nichts anderes als der Ersatzzahn zu Zahn 20, der in diesem Falle eine besondere Ausbildung erlangt hat und mit seiner seitlichen Wandung mit der Seitenwand des Hauptzahnes verschmolzen ist. Es liegt also hier der Fall vor, dass bei einem Zahnwal, ausser einem Zahn der ersten Dentition nach innen von diesem ein Zahn der zweiten Dentition sich entwickelt, und dass beide, verschiedenen Dentitionen angehörigen Zähne mit einander verschmelzen.

Damit ist zugleich ein Beweis für die früher von mir ausgesprochene Behauptung geführt, dass die beiden Dentitionen mit einander verschmelzen können.

Fig. 81 giebt ein Bild von dem Verhältnis der beiden Zähne zu einander. Der Zahn der ersten Dentition weist den typischen Bau der mittleren Spitze und der beiden seitlichen Wulste auf, der Ersatzzahn ist ein einfacher conischer Zahn mit breiter Basis, welche in die gemeinsame Wurzel übergeht und auch seitlich zum grösseren Theile mit dem Hauptzahn verwachsen ist. Seine Spitze dagegen ist völlig frei, und eine seitliche Furche grenzt ihn äusserlich von der Hauptzahnanlage ab.

Es könnte nun immer noch der Einwand gemacht werden, dass das, was ich gefunden habe, nicht der Ersatzzahn, sondern einfach ein seitlicher Tuberkel des Hauptzahnes sei. Diesen Einwand widerlegt zunächst die Entwickelungsgeschichte, welche den Beweis liefert, dass das seitlich nach innen liegende Gebilde wirklich sich am Ende der Zahnleiste ausbildet, während die Hauptzahnanlage sich seitlich nach aussen von der Zahnleiste anlegt. Erstere Anlage ist aber characteristisch für den Ersatzzahn, letztere für die erste Dentition.

Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83.

Fig. 79 und 80. Letzter Zahn des linken Unterkiefers von *Phocaena communis*, aus zwei verschmolzenen Zähnen bestehend.
Fig. 81. Zahn 20 sammt Ersatzzahn vom rechten Unterkiefer eines erwachsenen Braunfisches. Vergr. 4.
Fig. 82 und 83. Der mit seinem Ersatzzahn verschmolzene Zahn 20 des linken Unterkiefers eines erwachsenen Braunfisches. Vergr. 4.

Nachdem ich diesen Fund an einem Zahne gemacht hatte, kam es mir darauf an, auch noch an anderen Zähnen eine derartige Bildung nachzuweisen, und ich war so glücklich, an demselben Unterkiefer auf der anderen Seite ganz das Gleiche zu finden. Auch hier, auf der linken Seite, ist es Zahn 20, der diese Verschmelzung aufzuweisen hat (Fig. 82 u. 83). Besonders interessant ist es in diesem Falle, dass beide Zähne von einander getrennt sind bis auf eine schmale Verwachsungsstelle, und dass zwei vollständig getrennte Zahnpulpen existiren, die unten getrennte Oeffnungen besitzen. Damit allein ist schon bewiesen, dass es sich um zwei Zähne handelt, die mit einander verschmolzen sind, und nicht etwa um einen Höcker, der seitlich nach innen von einem Zahn ausgesprosst ist.

Noch einem Einwurfe wäre zu begegnen, dass nämlich die Ersatzzähne nur vereinzelt ausgebildet seien, und dass eine solche Ausnahme keinen Anspruch darauf machen könne, zu allgemeinen Schlüssen verwandt zu werden. Demgegenüber muss ich wieder auf die Entwickelungsgeschichte verweisen, welche bei allen untersuchten Zahnwalen die nach innen von der Zahnanlage verlaufende Zahnleiste zeigt, welche an ihrem Ende ein mehr oder weniger ausgebildetes Schmelzorgan als Anlage des Ersatzzahnes ausbildet. Ueberall hat sich nun gezeigt, dass dieser Theil der Zahnleiste durch seitliche Aeste mit der inneren Wand der Hauptzahnanlage in Verbindung tritt, dass also in der inneren Wand der fertigen Zahnanlage der bleibende Zahn in potentia enthalten ist. In vorliegenden Fällen ist es eben zu einer sehr verspäteten und nur theilweisen Verschmelzung der beiden Zahnanlagen gekommen, und beide haben ihre Selbständigkeit noch möglichst gewahrt.

Fig. 84.

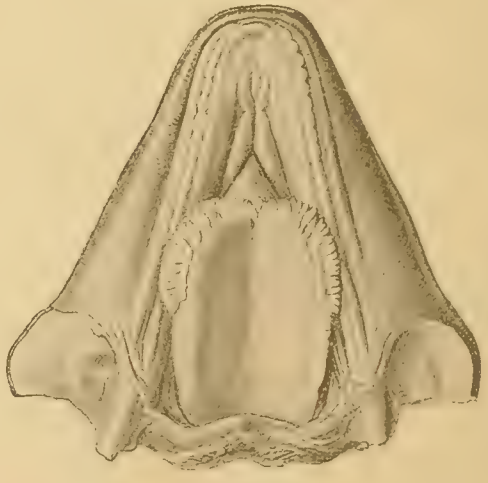


Fig. 85.

Fig. 84. Oberkiefer eines Embryos von *Phocaena communis* von 68 cm. Länge.
Fig. 85. Unterkiefer eines *Phocaena*-Embryos von 68 cm. Länge.

Was ich an dem erwachsenen Thiere gesehen habe, kann ich an den mir zur Verfügung stehenden Embryonen bestätigen. Zunächst will ich die Bezahnung eines kurz vor der Geburt stehenden Embryos von 68 cm. Rückenlänge schildern. Die Zähne hatten noch nicht die Mundschleimhaut durchbrochen, ihre Lage war aber deutlich zu sehen, da sie das darüber liegende Epithel stark in die Höhe gehoben hatten (Fig. 84 u. 85). Unter diesen Hervorwölbungen lagen 25 verkalkte Zähne, von denen die ersten 18 die bereits beim Erwachsenen beschriebene blattförmige Krone zeigten. Eine Wurzelbildung war noch nicht eingetreten, wie auch schon Rapp[1]) von Braunfischembryonen angiebt. Es zeigt sich also hier sehr deutlich, dass die Bildung der Wurzel ein secundärer Vorgang ist, der in vorliegendem Falle sehr spät eintritt.

Die letzten Zähne hatten eine etwas abweichende Form, sie waren rundlicher, und bei einem, dem Zahn 19 des Oberkiefers, konnte ich eine deutlich tuberculäre Krone unterscheiden (Fig. 86, 87, 88).

Schnittserien, welche ich durch die Kiefer dieses und eines kleineren Embryos von 58 cm. Länge legte, zeigten mir, dass in der That die Zahnanlage sich nach aussen von der Zahnleiste befindet, die

1) W. Rapp, Die Cetaceen zoologisch-anatomisch dargestellt. Tübingen 1837. p. 127.

Zähne also der ersten Dentition angehören. An den Querschnitten durch einen Zahn aus der Mitte des Oberkiefers bemerkte ich, wie an der Stelle, wo sich bei anderen Zähnen die Zahnleiste seitlich an die Zahnanlage anlegt und mit dem Schmelzorgan der letzteren in Verbindung tritt, die Zahnleiste ein zweites Schmelzorgan bildet, welches mit dem grossen Schmelzorgan zusammenhängt. Auch eine zweite Zahnpapille hat sich nach innen von der ersten und nur an der Basis mit ihr zusammenhängend ausgebildet, und endlich ist es auch zur Ablagerung von Dentin gekommen, welches an der einen Seite in das Dentin des grossen Zahnes übergeht. Wir haben also, wie Fig. 89 zeigt, zwei Zahnanlagen vor uns, eine grosse äussere, und eine kleine innen gelegene, die beide theilweise mit einander verschmolzen sind. Die grosse Zahnanlage entspricht ihrer Herkunft nach der ersten, die kleine der zweiten Dentition, so dass es also thatsächlich hier zur Verschmelzung eines Zahnes mit seinem Ersatzzahn kommt.

Fig. 86. Fig. 87. Fig. 88.

Fig. 86. Zahn 19 vom Oberkiefer eines Braunfischembryos von 68 cm. Länge.

Fig. 87 und 88. Zahn 12 vom Oberkiefer desselben Embryos. Vergr. 4.

Fig. 89. Querschnitt durch einen Zahn aus der Mitte des Oberkiefers eines Braunfischembryos von 68 cm. Länge. Vergr. 33.

1a grosse Zahnpapille. *1b* kleine Zahnpapille. 2 Odontoblastenschicht. 3 Dentin. 4 inneres Schmelzepithel. 5 Bindegewebe.

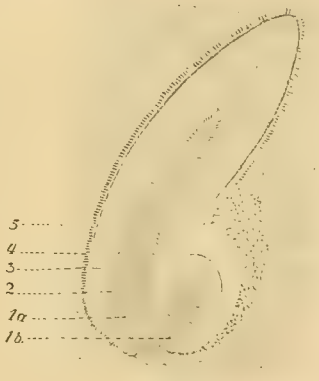


Fig. 89.

Ueber die erste Anlage der Zähne gab mir eine Serie von Frontalschnitten durch den Kopf eines Embryos von 13,4 cm. Länge Auskunft. Die Zahnleiste ist nicht tief in den Kiefer eingesunken, steht mit dem Mundhöhlenepithel noch durchweg im Zusammenhang und verläuft fast senkrecht zu letzterem als breiter Epithelstrang nach hinten. Die im ersten Stadium der Entwickelung stehenden Zahnanlagen zeigen noch keine Spur von der Papille, sondern nur dichteres Bindegewebe, welches halbkreisförmig das untere Ende des Schmelzorgans umgiebt. Das Schmelzorgan ist sehr einfach gebaut, es setzt sich seitwärts nach aussen an die Zahnleiste direct an, welche also die innere Wandung bildet, und zeigt bereits an seinem unteren Rande die characteristische Einbuchtung, in welche später die Zahnpapille eindringt. Nach hinten zu werden die Zahnanlagen immer undeutlicher, die Zahnleiste verflacht sich mehr und mehr und geht zuletzt in den Boden einer Furche über, welche sich vom Mundhöhlenepithel aus eingesenkt hat, noch ein Stück weiter nach hinten zieht und den letzten Rest der Zahnfurche darstellt.

Hyperoodon rostratus.

Die erste eingehende Beschreibung der Bezahnung des *Hyperoodon* liefert Eschricht[1]), welcher zugleich alle früheren, meist sehr ungenauen Angaben über diesen Gegenstand gesammelt hat. Eschricht fand folgende Verhältnisse vor. Im Unterkiefer sitzen ganz vorn 2 grössere, $1^1/_2$ Zoll lange Zähne von

1) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. Leipzig 1849. p. 36.

kegelförmiger Gestalt, unten verschmälert, aber noch ganz offen, und tief im Zahnfleisch und der tiefen Zahnrinne des knöchernen Kiefers versteckt. Diese Zähne sind fast wagerecht geneigt, mit der Spitze nach vorn liegend. Dicht hinter ihnen steckt jederseits ein kleinerer, früh an der Basis verschlossener Vorderzahn von $^3/_4$ Zoll Länge, der sich bedeutend mehr erhebt und in Folge dessen mit seiner Wurzel an den grossen Zahn anstösst.

Ausser diesen beiden Zahnpaaren fand ESCHRICHT weiter hinten noch eine grössere Anzahl von Abortivzähnen im Unterkiefer vor, und zwar waren es 11 kleine Gebilde, welche mit ihrer stumpfen Spitze nach oben und innen gerichtet waren, eine Länge von 2 bis 3 Linien hatten und ziemlich oberflächlich lagen. Angefertigte Schliffe durch diese rudimentären Zähne liessen ihren Aufbau erkennen, der nach ESCHRICHT's Meinung einen sehr deutlichen Uebergang zwischen dem der Säugethier- und der Fischzähne bildet.

Aber nicht nur im Unterkiefer, sondern auch im Oberkiefer glückte es ESCHRICHT, solche Zähne zu finden, und zwar fand er 13 derartige Gebilde jederseits, von denen ein paar ein ganz klein wenig aus dem Zahnfleische hervorstanden.

Es mag hier noch Erwähnung finden, dass die von früheren Autoren angegebenen Gaumenzähnchen von ESCHRICHT richtig als epitheliale Bildungen gedeutet werden, die mit Zähnen nichts zu thun haben (cf. meine Abbildung im ersten Bande dieser Untersuchungen, Taf. I, Fig. 4). Die auch von VROLIK[1]) aufgefundenen Zahnrudimente fanden aufs Neue einen eingehenden Untersucher in TURNER[2]), welcher aber in seiner Beschreibung nicht viel über ESCHRICHT's Angaben hinausgeht. An dem TURNER zur Verfügung stehenden Exemplar fanden sich hinter den Eckzähnen des Unterkiefers 7 rudimentäre Zähne in Zahnsäckchen liegend, welche in Intervallen von etwa $^1/_2$ Zoll auseinanderlagen und 3 Zoll hinter dem Eckzahn begannen, weiter hinten fanden sich nochmals 6 verkalkte Zahnrudimente von conischer Form vor, die etwa $^3/_4$ Zoll auseinanderlagen. Ihre Grösse betrug $^1/_4$ Zoll, ihre Lage war eine schräge oder horizontale.

Fig. 90.
Eckzahn eines erwachsenen Döglings. Nat. Grösse.

Auch im Oberkiefer fand TURNER Zahnreste, und zwar 6 auf jeder Seite, der vorderste lag 12 Zoll hinter dem vorderen Ende der Oberlippe, der 5. war durchgebrochen.

In neuerer Zeit ist WEBER noch einmal auf den Gegenstand zurückgekommen. In seinen Studien über Säugethiere[3]) giebt er folgende Anmerkung: »Diese Zahnrudimente, die ESCHRICHT und VROLIK beschrieben haben, konnte auch ich nachweisen. Im Ganzen mögen etwa reichlich 30 solcher kleinen, 5—5,5 mm. (dies scheint das grösste Maass zu sein) langen Zähnchen vorhanden sein. Sie sind länglich-eiförmig mit hakig gebogener Spitze, in einem Zahnsäckchen eingeschlossen, das im Zahnfleisch verborgen, schräg nach vorn sieht. Der gegenseitige Abstand ist 1,5—2 cm.; nur in der Mitte der Kiefer finden sie sich.«

Kurze Erwähnung findet auch die Bezahnung des *Hyperoodon rostratus* in einer Arbeit von A. CARLSSON[4]), welche an einem Embryo von 91 cm. Länge angestellt worden ist. Es wurden jederseits im Oberkiefer 14, im Unterkiefer über 10 Zähne gefunden.

Von eigenen Beobachtungen an erwachsenen Exemplaren des Döglings möchte ich hier nur anführen, dass der Eckzahn eine Form hat, wie sie Fig. 90 wiedergiebt, und nicht immer im Zahnfleisch

1) W. VROLIK, Beschouwing over den *Hyperoodon*. Harlem 1848.
2) W. TURNER, On the occurrence of the bottle-nosed or beaked whale (*Hyperoodon rostratus*) in the Scottish seas, with observations on its external characters. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinb. 1885 und 1886. Vol. IX. p. 70.
3) M. WEBER, Studien über Säugethiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena 1886.
4) A. CARLSSON, Zur Anatomie des *Hyperoodon diodon*. Bihang till K. Svensk. Vet.-Ak. Handlingar. Bd. 13. Afd. IV. No 7.

verborgen bleibt, wie gewöhnlich angenommen ward. Bei den 18 von mir untersuchten Exemplaren war er in keinem Falle durchgebrochen, kurz darauf erhielt ich aber einen Vorderkopf nach Jena gesandt, dessen beide Unterkieferzähne ziemlich weit durchgebrochen waren. Das frei herausragende spitze Ende hatte eine Länge von 1 cm., der ganze Zahn war circa 5 cm. lang und bis 1,9 cm. breit. Noch ein zweites Mal kam durch Vermittelung des Capitän M. A. Ingebrigtsen in Tromsö ein durchgebrochener *Hyperoodon*-zahn in meinen Besitz, der aber die Eigenthümlichkeit aufwies, dass sich an seiner frei herausragenden Spitze drei stattliche Exemplare von *Conchoderma aurita* angesiedelt hatten (Fig. 91). Ein ähnliches Präparat, von Nansen und Grieg erwähnt, findet sich im Museum zu Bergen.

Zum Studium der Zahnentwickelung dieses interessanten Wales standen mir zwei Embryonen zu Verfügung, die ich der Liebenswürdigkeit meines Freundes Professor G. A. Guldberg in Christiania verdanke. Bei dem recht guten Erhaltungszustande des Materiales und seiner Seltenheit glaube ich mich keiner unnöthigen Arbeit zu unterziehen, wenn ich das Gefundene in etwas ausführlicherer Weise beschreibe

Am Unterkiefer des kleineren, 19 cm. messenden Embryos war auf den durch ihn gelegten Querschnitten Folgendes zu sehen. Bereits ganz vorn an der Spitze des Kiefers beginnt die Einsenkung der Zahnleiste, die an der tiefsten Stelle des hier etwas eingesenkten Mundhöhlenepithels abgeht. Der Zusammenhang mit letzterem ist schon in diesem frühen Stadium nicht mehr gewahrt, die kurze, aber compacte Zahnleiste steht vielmehr nur ganz vereinzelt mit ihrem Mutterboden noch in Verbindung und giebt hier und da seitliche Sprossen ab. Die Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel ist übrigens vorn eine

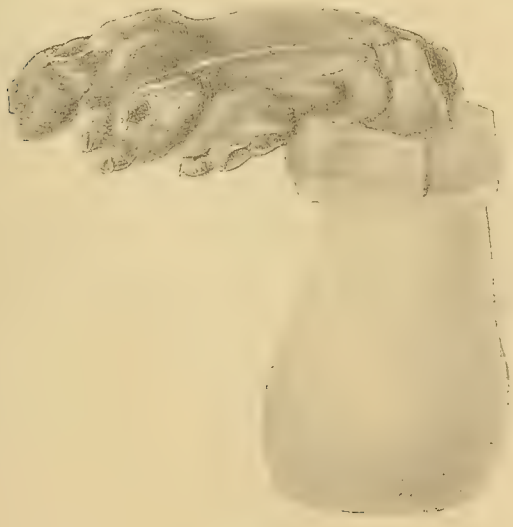


Fig. 91.

Fig. 92.

Fig. 91. Eckzahn vom Dögling, die durchgebrochene Spitze mit Cirripedien besetzt. Vergr. 2.

Fig. 92. Querschnitt durch die Unterkieferzahnleiste eines Döglingsembryos von 19 cm. Länge. Vergr. 33.

doppelte, ganz ebenso, wie ich es bei *Beluga leucas* beschrieben habe; die eine liegt ganz vorn, eine zweite Verbindung tritt ein wenig nach hinten auf und liegt mehr nach der Kieferseite zu. Mehr und mehr nimmt letztere Verbindung einen netzartigen, vielfach unterbrochenen Character an, nur am freien Ende der Zahnleiste tritt eine compactere, abgerundete Epithelmasse auf (Fig. 92).

Sehr auffällig ist das Eintreten von Pigmentzellen in die Zahnleiste. Wie ich bereits im ersten Theile meiner Walstudien[1]) im ersten Kapitel in Uebereinstimmung mit Weber geschildert habe, hat man

1) Eine neuerdings erschienene Arbeit von Bouvier: Observations sur l'*Hyperoodon rostratus*. Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tome XIII. 1892, ist ohne Kenntnis meiner diesbezüglichen Arbeiten abgefasst worden und bleibt in der Schilderung der Haut des *Hyperoodon* hinter meinen vor drei Jahren veröffentlichten Angaben durchaus zurück.

in der Haut dieses Wales zweierlei Pigment zu unterscheiden, einmal ein fein vertheiltes körniges Pigment in den Epithelzellen selbst, welches kappenförmig den Kern umgiebt, und zweitens eigentliche Pigmentzellen, welche sich zwischen die Epithelzellen einschieben. Beide Arten Pigments finden sich in der Haut dieses Embryos wieder. Die Anwesenheit feiner Körnchen in den Epithelzellen zeigt deutlich, dass deren Bildung durchaus unabhängig vom Lichte erfolgt, und ist eine neue Stütze für meine Ansicht, dass diese Körnchen aus den eigentlichen Pigmentzellen stammen, die schon in diesem jungen Stadium sehr reichlich in das Rete Malpighii eingestreut sind. Solche Pigmentzellen sind es nun, welche mit der Zahnleiste in die Tiefe wandern.

Wenn es auch zur Bildung von Zahnanlagen vor dem Eckzahn in diesem Stadium nicht gekommen ist, so zeigt doch die davor liegende, kräftig entwickelte Zahnleiste an, dass solche Zahnanlagen sicherlich einmal bestanden haben.

Die Anlage des Eckzahnes ist deutlich sichtbar. Der untere Theil der Zahnleiste wird umfangreicher und besteht aus einem U-förmig mit der Oeffnung nach oben gebogenen Cylinderepithel, welches in sich eine grosse Zahl locker angeordneter Epithelzellen umfasst. Die Pigmentzellen liegen als rundliche Gebilde sowohl zwischen den äusseren Epithelzellen, als auch in der inneren Epithelmasse, auch einzelne versprengte Pigmentkörner finden sich hier und da in den Epithelzellen vor.

Ein durch die Mitte der Eckzahnanlage geführter Schnitt zeigt uns, dass es nicht nur zur vollkommenen Schmelzorganbildung, sondern auch bereits zur Entstehung einer Zahnpapille gekommen ist (Fig. 93), die indes noch nicht von der ersten Anlage des Zahnsäckchens differenzirt ist. Das Schmelz-

Fig. 93.

Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 93. Querschnitt durch die Eckzahnanlage im Unterkiefer eines Döglingsembryos von 19 cm. Länge. Vergr. 33.
Fig. 94. Querschnitt durch die Zahnleiste des Unterkiefers hinter der Eckzahnanlage von einem Döglingsembryo von 19 cm. Länge. Vergr. 33.
Fig. 95. Hinter dem Eckzahn liegende Zahnanlage im Querschnitt. Derselbe Embryo wie in Fig. 93 und 94. Vergr. 33.

organ hat an seinem unteren Ende eine tiefe Einbuchtung, viel tiefer, als die Zahnpapille reicht, und ausser dieser Einbuchtung zeigt sich noch eine zweite, an der inneren, labialen Seite der Zahnanlage. Jene zweite Einbuchtung setzt die innere Epithelbegrenzung des Schmelzorgans scharf von dem übrigen Schmelzorgan ab, und ich will gleich an dieser Stelle betonen, dass wir es hier mit der eigentlichen Zahnleiste zu thun haben, welche am Aufbau des Zahnes derart Antheil nimmt, dass sie die innere Seite seines Schmelzorgans bildet.

Zum Aufbau des Schmelzorganes ist zu bemerken, dass es auf der unteren wie der inneren Seite von einem hohen Epithel cylindrischer Zellen, an der äusseren von niedrigeren Zellen begrenzt ist. Die das Schmelzorgan ausfüllenden rundlichen Epithelzellen liegen zum Theil ziemlich locker und bilden an einer Stelle, unter dem Scheitel des Organs, durch starke Lockerung und sternförmige Verästelung die erste

Anlage einer Schmelzpulpa. Die Verbindung mit der Zahnleiste ist eine doppelte, einmal geht die Zahnleiste direct über in den inneren Rand des Schmelzorgans, dann tritt sie aber auch mehrfach durch Sprossen mit dem niedrigeren äusseren Schmelzepithel in Verbindung. Der Zusammenhang der Zahnleiste ist vielfach unterbrochen, ihr Aussehen wird ein netzartiges.

Nachdem die Eckzahnanlage verschwunden ist, setzt sich die Zahnleiste weiter nach hinten fort und hat im Querschnitt folgendes Aussehen (Fig. 94): Dicht hinter dem Eckzahn liegt eine zweite Zahnanlage, doch bei weitem nicht so ausgeprägt, wie die erste. Es setzt sich an die äussere Seite der Zahnleiste ein Schmelzorgan an, welches an seinem unteren Rande eine leichte Einbuchtung zeigt. Das entgegenliegende Bindegewebe hat auch bereits seine Thätigkeit begonnen und eine flache Papille gebildet, welche, ebenso wie das in der Entstehung begriffene Zahnsäckchen, aus dicht gelagerten Zellen besteht (Fig. 95). In diesem Stadium der Ausbildung stehen auch die folgenden Zahnanlagen; mehr und mehr wird die Zahnleiste compacter, die seitlichen Sprossen hören auf, und sie repräsentirt sich als eine etwas schräg nach innen ziehende Epithellamelle, die weiter hinten mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung tritt. Von Zeit zu Zeit geht seitlich nach aussen von ihrem freien, stark angeschwollenen Ende eine compacte Epithelzellenmasse ab und das umgebende Bindegewebe fängt an diesen Stellen lebhafter zu wuchern an. Diese Stellen sind es, welche ich als primitive Zahnanlagen auffasse. Obgleich sie nach hinten zu immer undeutlicher werden, kann man doch mit einiger Sicherheit gegen 27 solcher Zahnanlagen erkennen, die hinter dem Eckzahn liegen, doch zeigt der weitere Verlauf der Zahnleiste an, dass sich noch mehr anlegen werden. Immer kürzer wird die Zahnleiste, zugleich auch immer geradliniger, bis sie endlich im Mundhöhlenepithel verschwindet.

Ueber die Weiterentwickelung der Unterkieferbezahnung des Döglings klärt uns eine Schnittserie durch den Unterkiefer eines grösseren Embryos von 66 cm. Rückenlänge auf.

Die vor der Eckzahnanlage befindliche Zahnleiste ist vollkommen in ein regelloses Gewirr von Epithelsprossen mit eingestreuten Epithelperlen aufgelöst. Auf den Schnitten lassen sich die Querschnitte dieser Epithelstränge leicht dadurch erkennen, dass ihre Pigmentirung eine viel stärkere geworden ist als in dem jüngsten Stadium. Das Mundhöhlenepithel hat sich über der aufgelösten Zahnleiste eingesenkt und liefert die Anlage der Lippenfurche. Eine scharfe Begrenzung erfährt der innere Wall der Lippenfurche durch eine mächtige bindegewebige Papille oder besser Leiste, die bis dicht unter die äussere Oberfläche des Stratum corneum vordringt. Die Natur der Zahnleiste vor dem Eckzahn, besonders auch das Vorkommen von Epithelperlen zeigt an, dass es nicht mehr zur Anlage vor dem Eckzahn liegender Zähne, also Schneidezähne, kommt, immerhin ist aber ihre Anwesenheit ein Beweis, dass solche Anlagen einmal existirt haben.

Sehr weit vorgeschritten ist in diesem Stadium die Anlage des Eckzahnes. Seine Lage ist eine schräg nach vorn geneigte, die Kieferquerschnitte treffen daher zuerst seine Spitze. Einen solchen Querschnitt stellt Fig. 96 dar. Auf den ersten Blick ist das Schmelzorgan kenntlich an der starken Pigmentirung. Nach innen von dem Pigmentring liegt ein kreisförmiger Querschnitt des Dentins. Die genauere histologische Untersuchung ergiebt, dass das Schmelzorgan bereits stark reducirt ist. Am vollständigsten ist es erhalten in dem das Dentin umgebenden Ringe, welcher das Pigment enthält Zwischen die Epithelzellen schieben sich starke Pigmentzellen ein, es kommt aber ausserdem zur Ablagerung von Pigmentkörnchen in ersteren selbst. Umgeben wird diese Schicht von einem breiteren Ringe, welcher theils aus Epithelzellen, theils aus bindegewebigen Fasern besteht, die sich mit einander vermischen und in concentrischer Lagerung die Zahnanlage umgeben. Auch hier ist, wenn auch spärlicher, Pigment eingestreut. Ein directer Zusammenhang des Schmelzorgans mit der Zahnleiste existirt nicht mehr, letztere hat sich in ein wenig zusammenhängendes Netz von Epithel-

strängen aufgelöst. Einige Schnitte weiter nach hinten erscheint auch innerhalb des Dentins die Zahnpapille, die auf Fig. 97 als aus regellosem Bindegewebe bestehend erscheint, an dessen äusserem Rande sich die Odontoblasten in epithelialer Weise angeordnet haben. An dem Schmelzorgan ist insofern eine Veränderung vor sich gegangen, als die äusseren epithelialen Theile fast völlig von dem concentrisch gelagerten Bindegewebe des Zahnsäckchens verdrängt worden sind, nur das innere pigmentführende Schmelzepithel ist noch intact.

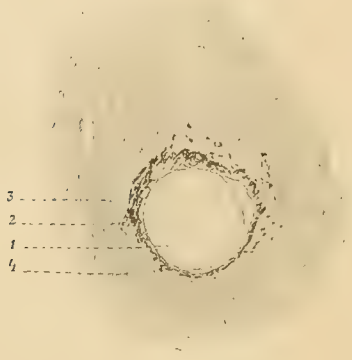


Fig. 96.

Fig. 96. Querschnitt durch die Spitze des Eckzahnes eines Döglingsembryos von 66 cm. Länge. Vergr. 33.
1 Dentin. 2 innere Schmelzschicht mit Pigment. 3 Zahnsäckchen. 4 Reste der Zahnleiste.

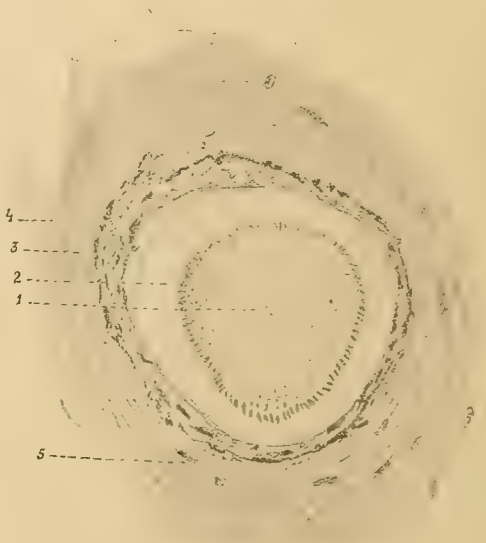


Fig. 97.

Fig. 97. Querschnitt durch den Eckzahn eines Döglingsembryos von 66 cm. Länge.
1 Zahnpapille. 2 Dentin. 3 Reste des Schmelzorgans mit Pigment. 4 Bindegewebe. 5 Reste der Zahnleiste.

Der untere Theil des Zahnes verbreitert sich etwas und zeigt an der vorderen Seite eine beträchtliche Einbuchtung. Das Dentin hört allmählich auf, das Schmelzorgan ist aber noch vorhanden. Der Kieferquerschnitt, welcher schräg durch den unteren Theil des Zahnes geht, zeigt demnach folgendes Bild (s. Fig. 98): In einem der letzten die Zahnanlage treffenden Schnitte sieht man die Ansatzstelle der dentinfreien Zahnpapille, und ausserdem die characteristische Einbiegung des unteren Randes des Schmelzorganes nach der Papille zu (s. Fig. 99).

Eine zur Controlle auch durch den anderen Unterkiefer desselben Embryos gelegte Querschnittserie zeigte mir im Wesentlichen dasselbe Bild, nur fiel mir auf, dass das Schmelzorgan, resp. dessen innerer pigmentirter Theil stark gefältelt war und zu beiden Seiten des Zahnes Anlass zur Bildung breiter papillenartiger Ausbuchtungen gab. Die Zahnanlage war auf dieser Seite schon etwas fortgeschritten, es scheint demnach, als ob die Ausbuchtungen einen weiteren Schritt zur Degeneration des Schmelzorganes darstellten.

Dicht hinter der Anlage des Eckzahnes liegt eine zweite, kleinere, aber immerhin noch recht beträchtliche. Auch bei dieser zweiten Anlage kommt es zur vollkommenen Ausbildung des Zahnes, ein Querschnittsbild zeigt uns eine conisch zulaufende Papille, eine starke darüber liegende Dentinkappe, und das Ganze umgeben von dem stark pigmentirten Schmelzorgan, welches bereits bedeutende Reductionen aufweist. Statt des äusseren Schmelzepithels umgiebt das aus dichten Bindegewebsfibrillen bestehende Zahnsäckchen die pigmentirte Epithelschicht. Nur hier und da findet man zwischen den Fibrillen zerstreute

Epithelreste. Die Verbindung mit der Zahnleiste ist nicht mehr zu erkennen, da letztere sich in viele Sprossen aufgelöst hat, die besonders an der inneren Seite der Zahnanlage sich anhäufen. Sehr schön lässt sich in diesem Entwickelungsstadium das Eindringen von Fortsätzen der Odontoblasten in das Dentin verfolgen (Fig. 100).

Dass dieser Zahn sich noch weiter entwickelt, zeigt sich nicht nur an seiner vollkommenen Ausbildung, sondern auch an der raschen Grössenzunahme, die er auf der anderen Kieferseite erfahren hat.

Es liess sich nun erwarten, dass auch die übrigen hinteren Zahnanlagen in diesem Stadium entsprechend an Ausbildung gewinnen würden, dem ist aber nicht so, sie bleiben vielmehr in ihrer Weiterbildung ausserordentlich hinter den beiden ersten Zähnen zurück. Die Zahnleiste hat sich vollständig in einzelne Sprossen von geringem Zusammenhang aufgelöst, die an gewissen Stellen, tief im Bindegewebe enger zusammentreten; hier liegen die Zahnanlagen, bestehend aus einem kurzen

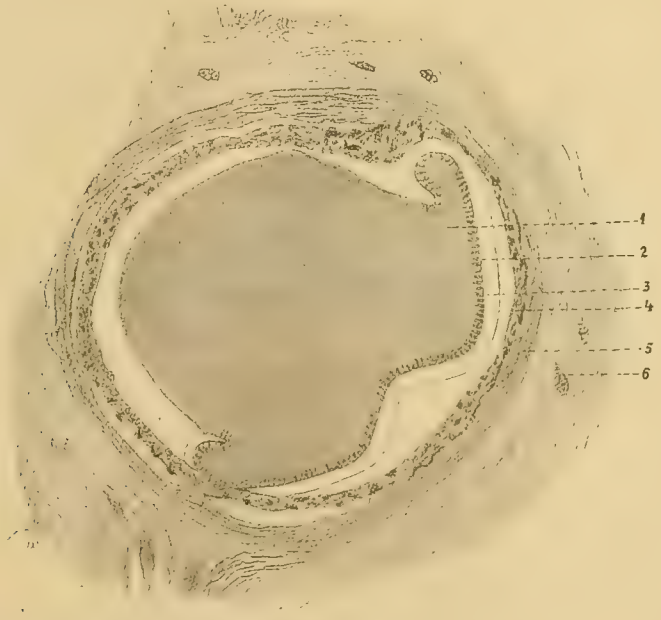


Fig. 98. Querschnitt aus einer tieferen Lage wie Fig. 97. Vergr. 33.
1 Papille. 2 Odontoblastenschicht. 3 Dentin. 4 Rest des Schmelzorgans. 5 Zahnsäckchen. 6 Epithelreste von der Zahnleiste.

Epithelstrang, dem letzten Rest des freien Zahnleistenendes, an welchen sich seitlich sehr primitive, kleine Schmelzorgane ansetzen. In die Einbuchtung, welche letztere an ihrem unteren Ende zeigen, beginnt die bindegewebige Papille einzuwachsen, die einer sehr dichten bindegewebigen Basis aufsitzt, welche die gesammte Zahnanlage als Zahnsäckchen umfasst. Hier und da schiebt sich zwischen die Epithelzellen des Schmelzorganes eine vereinzelte Pigmentzelle herein. Nach hinten zu wird die Zahnleiste immer unansehnlicher, und besteht im Wesentlichen aus wenigen nach hinten ziehenden Epithelsträngen, die von einem dichten Bindegewebe umhüllt sind; hier und da finden sich noch Reste der Zahnleiste im darüber liegenden Bindegewebe vor. Epithelperlen kommen nur im vorderen Theile der Zahnleiste zur Ausbildung und liegen meist dicht unter dem Mundhöhlenepithel.

Die Zahl der Zahnanlagen hinter den zwei ersten wohl ausgebildeten Zähnen beträgt 16, ist also

geringer als in dem jüngeren Embryo, aber immer noch grösser als die Zahl der Dentikel, welche im Unterkiefer des erwachsenen Thieres aufgefunden worden sind.

Auch im Oberkiefer des *Hyperoodon* finden sich Zahnanlagen vor, die, wie aus den Angaben Eschricht's und Turner's erhellt, beim Erwachsenen als kleine Gebilde im Zahnfleisch des Oberkiefers liegen.

Der kleinste Embryo zeigt die Oberkiefer-Zahnanlagen sehr deutlich. Eine Zahnleiste erstreckt sich von der Kieferspitze weit nach hinten. Vorn ist sie häufiger unterbrochen, nur hier und da noch im Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel und mit seitlichen Sprossen besetzt, weiter hinten senkt sie sich weniger tief in das Bindegewebe ein, wird compacter und tritt als solide Leiste mit dem Mundhöhlenepithel in Zusammenhang, bis sie zuletzt darin aufgeht. Das untere freie Ende der Zahnleiste ist stets compact und biegt in fast rechtem Winkel nach der Lippenseite zu um.

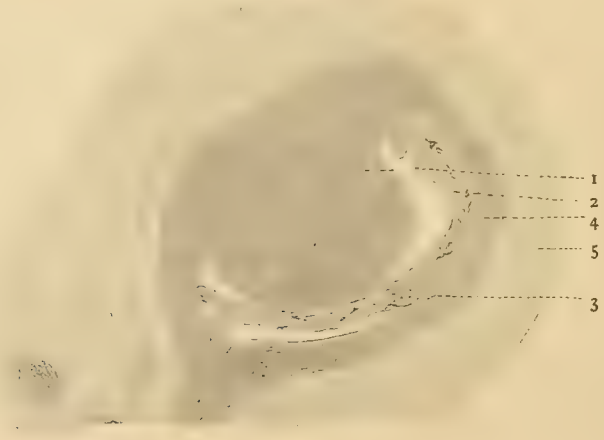


Fig. 99.

Fig. 100.

Fig. 99. Querschnitt an der Basis des Eckzahns eines Döglingsembryos von 66 cm. Länge. Vergr. 33.
1 Papille. 2 Odontoblastenschicht. 3 Dentin. 4 Rest des Schmelzorgans. 5 Zahnsäckchen.
Fig. 100. Querschnitt durch die hinter dem Eckzahn liegende Zahnanlage im Unterkiefer eines Döglingsembryos von 66 cm. Länge. Vergr. 33.
1 Papille. 2 Odontoblastenschicht. 3 Dentin. 4 Rest des Schmelzorgans. 5 Zahnsäckchen. 6 Epithelreste von der Zahnleiste.

Von Zahnanlagen konnte ich mit Sicherheit die grosse Zahl von 28 constatiren, ausserdem läuft die Zahnleiste hinter der letzten deutlich erkennbaren Anlage noch ein gutes Stück nach hinten fort.

Der Bau der Zahnanlagen ist ein sehr einfacher, indem sich an das freie umgebogene Ende der Zahnleiste nach der Lippenseite zu ein primitives Schmelzorgan ansetzt, in der Weise, dass von der Zahnleiste aus starke Sprossen ausgehen, die untereinander zusammenfliessen. An der unteren Seite zeigt die Epithelanschwellung eine seichte Einbuchtung. Das umgebende Bindegewebe ist in starker Wucherung begriffen und hat die erste Anlage eines Zahnsäckchens, von dem aus die Zahnpapillen als flache Erhebungen ausgehen, geschaffen. Von allen Zahnanlagen ist die erste die bedeutendste, nach hinten zu nehmen sie allmählich an Grösse ab. Pigment ist, wenn auch spärlich, vertreten. Es mag hier nebenbei bemerkt werden, dass sich Pigmentzellen nicht nur in der Haut, sondern ausserdem im Bindegewebe befinden, in letzterem Falle an grosse rundliche Zellen gebunden, die ich als Wanderzellen auffasse. Ausserdem aber findet sich Pigment sehr reichlich in den Blutgefässen vor, besonders in den feinen Gefässen

zur Seite der Oberlippe. Ich erblicke hierin einen neuen Beitrag zur Begründung der Auffassung[1]), dass das Pigment in der Oberhaut der Cetaceen aus dem Blute stammt und durch Wanderzellen an seinen Bestimmungsort gebracht wird.

In dem grösseren Embryo ist die Entwickelung der Oberkieferzähne wenig vorangeschritten. Die Zahnleiste hat sich in ein unzusammenhängendes Netz spärlicher Epithelsprossen aufgelöst, die nach hinten zu allmählich verschwinden. Von den 28 Zahnanlagen des jüngeren Embryos sind nur die 12 ersten zur weiteren Entwickelung gekommen, welche sich auf die Vergrösserung des Schmelzorgans und stärkere Ausbildung der Zahnpapille beschränkt (Fig. 101). Die Degeneration der Zahnleiste zeigt auch das Vorkommen zahlreicher Epithelperlen an.

Fassen wir das Ergebnis unserer Untersuchung über das Döglingsgebiss kurz zusammen. Die erste Anlage des Gebisses ist eine ganz ähnliche wie bei anderen Zahnwalen. Von dem freien Ende der Zahnleiste kommt es nach der Lippenseite zu zur Anlage von Schmelzorganen, so dass die innere Seite der Zahnanlage von der Zahnleiste gebildet wird. Die Zähne gehören also im Wesentlichen zur ersten Dentition, zur Ausbildung einer zweiten kommt es aber nicht, da das Material, aus dem letztere entstehen könnte, mit zur Bildung der Zahnanlagen der ersten Dentition verbraucht wird.

Ursprünglich ist die Zahl der Zahnanlagen eine sehr hohe, 28 in jeder Unterkieferhälfte und ebenso viele im Oberkiefer.

Schon innerhalb des embryonalen Wachsthums kommt es zur Rückbildung der hinteren Zahnanlagen, so dass ein Embryo von 66 cm. Länge im Unterkiefer nur noch 17, im Oberkiefer nur noch 12 Zahnanlagen aufzuweisen hat.

Die in den Kiefern des erwachsenen Thieres aufgefundenen Zahnrudimente zeigen an, dass diese Reduction der Zahnzahl noch etwas weiter geht.

Wie wir es schon bei *Monodon*, dort im Oberkiefer sahen, so findet sich auch bei *Hyperoodon* hinter der grossen Eckzahnanlage eine zweite kleinere Anlage, die aber immerhin um ein Mehrfaches grösser ist, als die der darauf folgenden Zähne.

Was wir aus der Entwickelungsgeschichte des *Hyperoodon*-Gebisses für die Stammesgeschichte dieses Thieres ersehen, ist Folgendes. *Hyperoodon* stammt von Walen ab, die ein viel vollständigeres Gebiss besassen, und zwar war dieses Gebiss mit Ausnahme des Eckzahnes und des darauf folgenden homodont und vielzahnig, ähnlich wie wir es heutzutage bei den Delphiniden sehen. Diese Homodontie der Vorfahren des Döglings ist sicherlich eine secundäre Erscheinung, wie wir dies ja von der Homodontie aller Zahnwale annehmen, immerhin ist aber kein weiterer Schluss aus der Entwickelungsgeschichte des Döglingsgebisses zu ziehen, als dass seine Vorfahren ein Delphingebiss besessen haben. Das Einzige, was dem Gebiss einen etwas heterodonten Character aufdrückt, ist die starke Entwickelung der unteren Eckzähne, ebenso wie des darauf folgenden Zahnpaares und vielleicht die grössere erste Zahnanlage im Oberkiefer. Das mögen Reste aus jener Zeit sein, wo die Vorfahren der Zahnwale noch ein durchweg heterodontes Gebiss besessen haben.

Was die Rückbildung des Gebisses veranlasst hat, ist leicht einzusehen, wenn wir die Nahrung in Betracht ziehen, von welcher der Dögling so gut wie ausschliesslich lebt. Es sind das jene ungeheuren Züge von Cephalopoden, welche die nördlichen Meere bevölkern, und zu deren Aufnahme Zähne durchaus unnöthig sind, da sie von den harten Kieferrändern viel besser erfasst und zerquetscht werden.

Zusammenfassung.

Die von mir zur entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung des Gebisses herangezogenen Zahnwale gehören verschiedenen Gruppen dieser Säugethierordnung an, und das Heranziehen noch anderer Arten

1) siehe Band I dieser Untersuchungen. p. 17.

würde jedenfalls nichts wesentlich Neues bringen. In allen Fällen zeigte sich das zur Entwickelung gelangende Gebiss zur ersten Dentition gehörig, welche persistirt. Die zweite Dentition ist entweder vollkommen unterdrückt, und dann fliesst das Bildungsmaterial ihrer Schmelzorgane — das Ende der Zahnleiste — mit der Innenwand der Zahnanlage zusammen, oder die zweite Dentition kommt zur ersten Anlage, entwickelt sich aber nicht weiter (*Beluga leucas*), oder doch nur in vereinzelten Fällen. In letzteren verschmilzt der kleinere Ersatzzahn mehr oder minder deutlich mit der Hauptzahnanlage (*Phocaena communis*).

Wie schon bei der Besprechung des Gebisses von *Delphinus delphis* erwähnt worden war, finden sich Variabilitäten, der Art, dass die Zähne der beiden Kiefer nicht immer alternirend in einander greifen, sondern dass sich gelegentlich zwei Zähne des einen Kiefers in den Zwischenraum zweier Zähne des anderen Kiefers einschieben. Dergleichen lässt sich auch bei anderen Delphiniden beobachten. So habe ich es ebenfalls gesehen bei *Delphinus major*, wo im Unterkiefer links Zahn 16 und 17 von hinten, rechts Zahn 19 und 20 dicht bei einander standen, bei 5 Schädeln von *Prodelphinus doris*, bei *Prodelphinus obscurus*, *Prodelphinus microps*, *Prodelphinus attenuatus*, *Steno frontatus*, 3 Schädeln von *Steno rostratus*, *Lagenorhynchus thicolea*, *Lagenorhynchus clangulus*, *Feresia intermedia*, *Tursiops tursio* und *Sotalia gadamu*, sämmtlich Schädel aus dem Natural History Museum zu London. Fast durchweg standen diese Zahnpaare entweder in der Mitte des Kiefers oder ganz hinten. Hierzu kommen noch ein Schädel von *Tursiops melis* aus dem vergleichend-anatomischen Museum zu Paris, sowie eine Anzahl Delphinschädel des Leidener

Fig. 101.

Fig. 102.

Fig. 101. Zahnanlage aus dem Oberkiefer eines Döglingsembryos von 66 cm. Länge.
1 Mundhöhlenepithel. 2 Reste der Zahnleiste. 3 Schmelzkeim. 4 Zahnpapille.

Fig. 102. Pottwalzahn. Doppelzahn. Verkleinert.

Museums, so dass daraus ersichtlich ist, wie häufig diese Variabilität vorkommt. Viel seltener ist jenes andere Vorkommnis, dass Zähne mit einander verschmolzen sind; ausser den bereits erwähnten Fällen bei *Delphinus delphis* habe ich noch solche Zähne gesehen zunächst an einem Exemplar von *Feresia intermedia* in London. Hier waren die beiden letzten linken Unterkieferzähne zwar nicht völlig verschmolzen, lagen aber so dicht bei einander, dass sie einander berührten, und hatten eine gemeinsame Alveole. Eine vollkommene Verschmelzung fand ich dagegen am linken Unterkiefer eines *Tursiops* aus demselben Museum, dessen beide letzten Zähne zu einer gemeinsamen Basis verwachsen waren, auf welcher sich die beiden getrennten Kronen erhoben. Ferner habe ich eine Verschmelzung der beiden letzten Unterkieferzähne

einer *Phocaena communis* erwähnt. Noch ist eines Zahnes zu gedenken, der eine fast vollkommene Verschmelzung zweier Anlagen darstellt, es ist dies ein Pottwalzahn, welcher im Royal College of Surgeons aufbewahrt wird. Der Catalog sagt darüber Folgendes: »It is constricted longitudinally in each side by a deep groove, which divides it into nearly equal lobes, and may have originated from the coalescence of two dental papillae.« Die kleine beigegebene Skizze (Fig. 102) zeigt, dass wir es hier in der That mit einem bis zur Spitze verschmolzenen Doppelzahn zu thun haben.

So selten diese Doppelzähne sind, so scheinen sie mir doch für die Auffassung der Genese des Zahnwalgebisses von grosser Bedeutung zu sein. Ich erblicke darin nicht gelegentliche Anomalien, sondern die hier und da auftretenden letzten Zeugen einer früheren heterodonten Bezahnung. Wie ich es bei den Bartenwalen entwickelungsgeschichtlich bewiesen habe, so scheint auch bei den Zahnwalen die Vielzahnigkeit und Homodontie entstanden zu sein aus einer Theilung ursprünglich mehrspitziger Backzähne. Wir haben demnach in den gelegentlich auftretenden Doppelzähnen bei Delphinen nicht etwa eine secundäre Verschmelzung, sondern ein ursprüngliches Verhalten zu erblicken. Folgende Erwägung spricht dafür. Die Entwickelungsgeschichte lehrt uns, dass die Kiefer der Zahnwale sich innerhalb des embryonalen Lebens stark vergrössern, sie wiederholt also denselben Vorgang, den die Vorfahren der Zahnwale durchgemacht haben, bis sie ihre jetzige Ausbildung erreichten. Auf der anderen Seite sehen wir, dass die Anpassung an die Fischnahrung, die natürlich erst eintrat, als die Vorfahren der Zahnwale wasserlebende Thiere wurden, ein Gebiss erfordert, ganz anderer Natur, als es bei den landlebenden Thieren der Fall ist. Bei letzteren haben die Zähne nicht nur die Function, die Nahrung zu ergreifen und festzuhalten, sondern auch zu kauen, bei den Zahnwalen fällt letztere Function weg, und es hat das Gebiss nur die Beute festzuhalten. Die Forderungen, welche an ein solches Gebiss zu stellen sind, sind gleichgrosse Zähne und gleichmässige Abstände von einander. Dieser Forderung sucht das Delphingebiss in der That möglichst nachzukommen und hat vielfach den höchsten Grad seiner Vollendung erreicht. Wir dürfen also auftretende Anomalien in der Stellung der Zähne und besonders die Doppelzähne nicht als eine Neuerwerbung ansehen, sondern haben darin die letzten Andeutungen der früheren Bezahnung zu erblicken. Man könnte einwenden, dass vielleicht die Bildung der Doppelzähne eine Folge der Degeneration wäre, welcher manche Zahnwalgebisse unterworfen sind; dem ist aber entgegenzuhalten, dass die Doppelzähne gerade da ausgebildet sind, wo das Gebiss in vollster Function ist, wie z. B. beim Delphin.

Die vereinzelt auftretenden Doppelzähne der Zahnwale sind also, unserer Meinung nach, die letzten Ueberbleibsel eines früheren, nicht homodonten Gebisses. Die nächsten Vorfahren der Zahnwale müssen demnach ein Gebiss gehabt haben, welches nicht aus durchweg einspitzigen, sondern, wenigstens in ihrem hinteren Theile, aus zwei- oder mehrspitzigen Zähnen bestanden hat. Aus diesen Zähnen entwickelte sich durch Theilung die grosse Anzahl einspitziger, welche heute das Gebiss der Zahnwale bilden.

Trotzdem nun die fossilen Reste der Vorfahren der Zahnwale ausserordentlich spärlich sind, findet sich doch eine Form, welche der vorhin gestellten Anforderung in Bezug auf das Gebiss entspricht. Es ist dies *Squalodon*, ein echter tertiärer Zahnwal, dessen Gebiss die Eigenthümlichkeit aufweist, dass die hinteren 11 Backzähne gezackt sind und zwei Wurzeln haben. Diese Wurzeln sind, wie ich mich an Kieferbruchstücken des *Squalodon antverpeniensis* VAN BEN. im Museum zu Brüssel überzeugen konnte, entweder in völlig getrennte Alveolen eingepflanzt, oder die Alveolen und damit auch die Wurzeln fliessen zusammen. Es braucht nur die Entfernung der beiden Alveolen eines solchen Zahnes etwas grösser zu werden, so wird seine Trennung in zwei Einzelzähne vollständig. Dass solche Theilungen von Zähnen bei den Säugethieren wirklich noch jetzt vorkommen, werde ich an der Hand meiner Studien über das Robbengebiss nachzuweisen in der Lage sein. Ich vermuthe also, dass die Vorfahren der Zahnwale ein Gebiss

besessen haben, ähnlich wie *Squalodon*, und dass durch Theilung der *Squalodon*-Backzähne in je zwei Einzelzähne das homodonte Zahnwalgebiss entstanden ist.

In noch erhöhterem Maasse tritt die heterodonte Natur der Backzähne in der von uns geforderten Gestalt bei einem noch älteren Vorfahren der Wale auf, dem *Zeuglodon*. Es ist hier nicht der Ort, auf Erörterungen einzugehen, ob *Zeuglodon* wirklich zu den Cetaceen gehört oder nicht; ich will nur hier bemerken, dass der letzte Bearbeiter dieses interessanten Thieres, D'Arcy Thomson in durchaus nicht zu rechtfertigender Weise den *Zeuglodon* zu den Pinnipediern stellt. Die Schnauze des *Zeuglodon* war um vieles kürzer als die der jetzigen Zahnwale, und demgemäss war auch die Zahl seiner Zähne eine viel geringere. Das Gebiss ist typisch heterodont. Vorn stehen 3 Schneidezähne, darauf folgt ein Eckzahn und hierauf 7 Backzähne, die durchweg zweiwurzelig sind und eine aus mehreren hintereinander liegenden Höckern bestehende Krone tragen. Der Anblick dieser Backzähne erinnert sehr an das Gebiss mancher Robben. Natürlich will ich damit nicht gesagt haben, dass die Zahnwale in irgend welcher Verwandtschaft mit den Robben stehen, sondern glaube nur, dass die Entwickelung des typischen Zahnwalgebisses durch ein Stadium gegangen ist, wie es bei manchen Robben persistirt.

Es könnte leicht scheinen, als ob ich der Ansicht wäre, dass sich die einspitzigen Zähne der Zahnwale ausschliesslich durch Theilung von Backzähnen gebildet haben. Dieser Meinung möchte ich aber entgegentreten und an einen anderen Process erinnern, der sicherlich ebenfalls zur Bildung von Zahnwalzähnen beigetragen hat, es ist dies das Vermögen der Zahnleiste, weiter nach hinten zu sprossen und neue Zahnanlagen zu erzeugen. Wenn auch jedenfalls bei der Verlängerung der Kiefer beim Uebergang der landlebenden Thiere zum Leben im Wasser der Theilungsprocess der Backzähne in erster Linie in Betracht zu ziehen ist, so kann doch späterhin die Bildung neuer Zahnanlagen von der nach hinten weiter wachsenden Zahnleiste ausgegangen sein.

So sehen wir also das vielzahnige Gebiss der Zahnwale als eine durchaus secundäre Bildung an, die von einem wenigerzahnigen typischen heterodonten Gebiss ihren Ausgang nahm.

2. Die Bezahnung der Bartenwale.

Entdeckt wurden die Zähne der Bartenwale im Jahre 1807 von Geoffroy St. Hilaire [2]), welcher im Unterkiefer eines Embryos von *Balaena mysticetus* eine Rinne fand, die mit einer Haut bekleidet war, ähnlich der Gaumenhaut der Säugethiere, und in welcher Rinne er Zahnkeime fand, die ihm ähnlich gelagert erschienen wie die Pottwalzähne. Cuvier [3]) fand sie im Oberkiefer vor und schildert sie als »une série de petits corps coniques ou arrondis, blancs, crétacés, formant comme des capsules; on distingue dans l'une d' elles le bulbe membraneux qui a sécreté la coque calcaire, que l'on ne peut s'empêcher de reconnaitre pour un germe de dent avorté«. F. Cuvier [4]) fügt der Beschreibung hinzu »Ces corps vus au microscope ressemblent à des capsules dans quelques-unes desquelles pénètre un pédicule d'apparence membraneuse; elles sont composées de deux couches ou de deux lames, l'extérieure jaunâtre, et l'intérieure très-blanche. Sous une forte loupe, toutes deux paraissaient percées de pores très-nombreux, la blanche en avait plus que la jaune, et celle-ci était la plus flexible.« Letzterer Autor unterschied also demnach die

1) d'Arcy Thomson.
2) Annales du Museum. Vol. X. p. 364.
3) Anatomie comparée. 1835. T. IV. p. 618.
4) F. Cuvier's, Cétacés. Discours prélim. p. 28.

beiden Schichten des Dentins und der Schmelzkappe, hielt aber letztere fälschlich für »la matière osseuse«, ausserdem erkannte er richtig die Natur der inneren bindegewebigen Papille als Zahnpulpa.

Eine Anzahl weiterer Autoren, von ESCHRICHT ausführlicher citirt, bringt diese Thatsachen wieder, ohne etwas Neues hinzuzufügen, und erst ESCHRICHT [1]) war es vorbehalten, unsere Kenntnisse der Bartenwalzähne beträchtlich zu erweitern. Er bestätigte nicht nur die von G. ST. HILAIRE an einem Fötus vom Grönlandswal gemachte Entdeckung, sondern vermochte auch bei zwei Arten von *Balaenopteriden*, der *Balaenoptera rostrata* sowie der *Megaptera boops*, die Embryonalzähne aufzufinden, und zwar sowohl im Ober- wie im Unterkiefer. Bei *Balaenoptera rostrata* fand er jederseits im Oberkiefer 44, im Unterkiefer 40, im Ganzen also 168, beim Buckelwal dagegen 51 im Oberkiefer, 42 im Unterkiefer jederseits, zusammen also 186 Zähne. Die Form der Zähne war Delphinzähnen am ähnlichsten, ihre Spitze war vorn gewöhnlich sehr stark abgeschnürt vom übrigen Zahnkörper. Es sind lange, schmalere, cylindrische und breite, rundere, bauchige Formen zu unterscheiden. Die ersteren stehen vorn und sind Schneidezähnen gleichzustellen.

»Einige der Zähne waren, sowohl bei den kleineren als auch bei den grösseren Fötus, doppelt, oder bestanden aus zwei verschmolzenen runden Zähnen; die Verschmelzung war bald sehr innig bald sehr lose.« An einer anderen Stelle spricht ESCHRICHT aus, dass man sie mit zusammengesetzten Backzähnen vergleichen könnte, »allein weder ihre Zahl noch ihr Platz war bestimmt, sie können sogar unter den vordersten der runden Zähne, ganz dicht hinter den schmalen langen, vorkommen. — So wie diese Fötalzähne der Bartenwalle überhaupt den Delphinzähnen am ähnlichsten sind, so stehen sie wiederum durch eine Anzahl kleiner spitziger Zacken um die freie Spitze herum denen der *Inia* am nächsten.«

Die erste Spur der Zahnkeime zeigt sich sehr früh im Fötalleben, schon zur Zeit, wo der Kopf noch eine Fötalkrümmung von fast einem rechten Winkel aufzuweisen hat. Vollkommen ausgebildet sind sie bei Embryonen die $^1/_3$ bis $^1/_4$ ihrer vollen Fötallänge erreicht haben. Dann schwinden sie schnell, und ihre Alveolarhöhlen werden von innen aus mit Knochensubstanz angefüllt.

Dies sind die Resultate von ESCHRICHT's Forschungen. Erst nach langer Zeit wurde eine erneute Untersuchung der Bartenwalzähne vorgenommen und zwar von JULIN [2]). Es stand diesem Autor ein Unterkiefer von *Balaenoptera rostrata* zur Verfügung, der 84 mm in der Länge mass. Der Embryo wird demnach gegen 48 cm. lang gewesen sein. Die Alveolarrinne erstreckt sich an seinem Präparat von der Symphyse bis zum Kronenfortsatz. Darunter liegt der die Blutgefässe und Nerven einschliessende Zahncanal, der sich am Ursprung des Condylus öffnet.

In der Alveolarrinne finden sich 41 Zahnsäckchen, in eine continuirliche Reihe gelagert, vor, an welchen sich drei Theile unterscheiden lassen: 1) das Schmelzorgan, welches epithelialer Natur ist, 2) die bindegewebige Zahnpapille, und 3) ein zarter, bindegewebiger, das Ganze umhüllender Sack. Auf der Zahnpapille hat sich bereits hier und da Dentin abgeschieden. Eine Verbindung des Schmelzorgans mit dem Mundhöhlenepithel ist noch in Resten eines Epithelstranges vorhanden. Die genauere microscopische Untersuchung ergab ihm, dass der Bau dieser Zahnfollikel in allen Punkten mit denen der anderen Säugethiere übereinstimmte.

Nach ihrer Form theilt JULIN die Zähne in drei Klassen, je nachdem die Zahnkrone einfach, bifid oder mit drei Höckern versehen ist, und findet, dass die Zähne mit einfacher, conischer, etwas eingekrümmter Spitze die neun ersten sind, während die dahinter liegenden Zähne sämmtlich zwei- und dreihöckrig und ausserdem mit einer Anzahl von conischen Tuberkeln besetzt sind, im Gegensatze zu ESCHRICHT's Angabe, der nur vereinzelt derartige Zähne auffand.

1) ESCHRICHT, Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. 1849. p. 85 ff.

2) CH. JULIN, Recherches sur l'ossification du maxillaire inférieur et sur la constitution du système dentaire chez le foetus de la *Balaenoptera rostrata*. Archives de Biologie. Tome I. 1880. p. 79.

Auf Grund seiner Befunde stellt JULIN [1]) allgemeine Betrachtungen über die Phylogenie der Cetaceen an: »La conclusion à tirer de ce qui précède, c'est que, par les caractères de leur système dentaire, les Mysticètes, plus voisins des Squalodons que de tout autre mammifère connu, paraissent constituer de même que les Squalodons un type de transition entre les Cétodontes et les Pinnipèdes«.

Eine weitere Untersuchung dieser Verhältnisse verdanken wir WEBER [2]), welcher an einem Embryo von *Balaenoptera rostrata* von 10,5 cm. Folgendes auffand. Den Kiefer durchzieht der Länge nach ein Epithelstrang, der von Zeit zu Zeit Anschwellungen zeigt: die Schmelzkeime. An ihnen war kein äusseres Epithel zu sehen, nur inneres, welches von verdichtetem Bindegewebe umgeben war. Die Formen der Zahnanlagen sind nicht ganz gleich, wenigstens sehen die hinteren nicht so aus, als ob sich ein einspitziger Zahn daraus entwickeln sollte. WEBER kommt also, wie JULIN, zu dem Schlusse, dass eine Verschiedenheit zwischen den vorderen und hinteren Backzähnen existire, und dass also das Gebiss der *Mystacoceti* heterodont sei.

Die Vielzahnigkeit des Cetaceengebisses erklärt WEBER durch die Annahme, dass Milch- und bleibendes Gebiss nicht nach einander auftreten, sondern gleichzeitig nur eine einzige Reihe bilden.

Einige Jahre vor dem Erscheinen von WEBER's Arbeit hatten POUCHET und CHABRY [3]) eine Notiz über die Entwickelung der Zähne der Bartenwale gegeben, aus der Folgendes zu entnehmen ist. Ihr Material bestand aus drei Embryonen, die zu *Balaenoptera Sibbaldii* und vielleicht *B. musculus* gehören. Der kleinste Embryo von 30 cm. Länge zeigt noch die Zahnleiste in Continuität. Die Zahnanlagen sind im Oberkiefer weiter entwickelt als im Unterkiefer, und es zeigt sich hier schon die erste Ablagerung von Dentin. Das äussere Schmelzepithel des Schmelzorganes ist von dessen Scheitel verschwunden und nur noch ringförmig um die Papille herum erhalten. Der »tissu lamineux« steht mit den Schmelzorganen in Verbindung. An einem grösseren Embryo von 90 cm. Länge ist die Dentinkappe viel stärker entwickelt und zeigt eine glatte Oberfläche, während sich an ihrer Innenseite Aushöhlungen befinden, in denen Zellgruppen liegen. Die Zahnpulpa enthält grosse Blutsinus. Das Schmelzorgan besteht nur noch aus dem inneren Schmelzepithel. Schmelz wird nicht producirt. Ein noch grösserer Embryo von 1,50 m. zeigt die Zähne nicht viel weiter entwickelt. Das Schmelzorgan ist auf einzelne unzusammenhängende Fetzen reducirt. Die Spitze der Dentinkappe ist von mehr oder minder grossen Löchern durchbohrt, durch welche sich der »tissu lamineux périphérique« mit der Pulpa in Verbindung setzt.

Die letzten Arbeiten über diesen Gegenstand sind von mir angestellt worden. Soweit deren Resultate bis jetzt veröffentlicht sind [4]), behandeln sie Folgendes. Gegenüber den früheren Forschern stellte ich fest, dass eine Differenz zwischen den 9 ersten und den hinteren Zähnen nicht besteht. Die conischen Tuberkeln, welche letztere von den vorderen unterscheiden sollen, sind Producte des an der Spitze des Zahnes beginnenden Resorptionsprocesses. Dennoch ist die Bezahnung der Bartenwale eine heterodonte zu nennen, auf Grund der Thatsache, dass sich hier und da Zähne vorfinden, welche als aus zweien oder dreien verschmolzen erscheinen. Darauf kam ich zur Erörterung der Frage, ob diese zusammengesetzten Zähne secundäre Verschmelzungen ursprünglich einfacher conischer Zähne oder primitive Zustände sind, und fällte auf Grund meiner entwickelungsgeschichtlichen Ergebnisse mein Urtheil zu Gunsten der letzteren Annahme. Durch Vergleichung jüngerer und älterer Embryonen von *Balaenoptera musculus* ergab sich, dass die Zahl der Doppelzähne mit zunehmendem Wachsthum beträchtlich abnimmt, während die Zahl der einzelnen Zahn-

1) l. c. p. 87.
2) Studien an Säugethieren. 1886. p. 184.
3) POUCHET et CHABRY, Sur l'évolution des dents des Balaenides. Compt. rend. Paris. Tome 104. 1882. p. 540—542.
4) Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung. Anat. Anzeiger. 1891. p. 364. — Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Säugethierzähne. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1892. p. 485 u. f.

spitzen constant bleibt. Die daraus zu ziehende Folgerung war die, dass die einspitzigen kegelförmigen Bartenwalzähne durch Theilung mehrspitziger entstehen, dass letztere also die ursprünglicheren Zähne sind und Backzähne darstellen.

Dieser Schluss steht in directem Gegensatz zu den Annahmen der früheren Autoren, welche die Doppelzähne als gelegentliche Verwachsungen von ursprünglichen Einzelzähnen auffassen. So geschah es nicht nur von ESCHRICHT, sondern auch von anderen Autoren, welche auf Grund der ESCHRICHT'schen Angaben Speculationen anstellten.

So schreibt OWEN [1]) über diese Zähne Folgendes: »In the upper jaw of the foetal whale some of the denticles are double, two adhering together side by side, and they offer in their varying extend of confluence, no unapt resemblance to the stages of the fissiparous multiplication of an infusorial Monad: There can be little doubt, indeed, that these literally »double-teeth« have resulteed from a spontaneous fission of the primordial pulp-cell; the divisions of which growing to a certain size, have again coalesced in the progress of their calcification like the two primitively detached summits of the Ornithorhynchus grinder. We cannot avoid recognising in these bicuspid denticles the representatives of the molars of the gigantic extinct Cetacean, called »Zeuglodon«, and they also call to mind the similarly shaped ultimate molar in the Dugong.«

Auch GAUDRY [2]) glaubte diese Doppelzähne ansehen zu müssen als entstanden durch Verschmelzung von Einzelzähnen. »Man kann in Fig. 22 sehen, dass die fötalen Zähnchen von Walfischföten (*Balaena boops* nach ESCHRICHT) bald isolirt sind, bald sich nähern, bald verschmolzen sind, um einen einzigen Zahn zu bilden.«

Ferner spricht LECHE [3]) in seiner schönen Studie über *Galeopithecus* von dem mehr gelegentlichen Verwachsen der rudimentären Bartenwalzähne.

Diesen Angaben gegenüber muss ich besonderen Nachdruck darauf legen, dass es erst durch meinen embryologischen Nachweis gelungen ist, festzustellen, dass die Doppelzähne die ursprünglichen sind, und aus ihnen sich durch Theilung die einspitzigen Zähne ausbilden. Wenn RÖSE [4]) schreibt, dass diese Thatsache bereits von ESCHRICHT beobachtet und von GAUDRY in ihrer Bedeutung vollauf gewürdigt worden sei, so beweist er damit nur, dass er das von ihm citirte ESCHRICHT'sche Werk nicht gelesen hat.

Indem ich mich nunmehr zu der Entwickelungsgeschichte des Bartenwalgebisses wende, beginne ich mit der Untersuchung von Schnittserien durch die Kiefer des jüngsten mir zu Gebote stehenden Stadiums, einer *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge. Von den in den drei Hauptrichtungen geführten Schnittserien erwiesen sich am lohnendsten die Querschnitte, und solche durch einen Unterkiefer angefertigte Querschnitte will ich der folgenden Betrachtung zu Grunde legen.

Der ganzen Länge nach verläuft durch den Kiefer an dessen Oberfläche eine Furche, welche als Lippenfurche bezeichnet werden muss. Seitlich nach innen von ihr liegen die Zahnanlagen. Noch haben wir ein Stadium vor uns, in welchem die Zahnleiste als continuirlicher Epithelstrang von vorn nach hinten verläuft. Irgend welcher Zusammenhang der Zahnleiste mit der Lippenfurche existirt nicht, auch ist von einer etwaigen Zahnfurche, an derem Grunde die Zahnleiste sich einstülpt, nichts zu sehen, das über der Zahnleiste gelegene Mundhöhlenepithel zieht vielmehr glatt über sie hinweg. Die vorderen Zahnanlagen sind unansehnlicher als die mittleren und hinteren. Wählen wir aus der Mitte heraus eine solche Zahn-

1) OWEN, Odontography. Vol. I. p. 346.
2) GAUDRY, Les enchainements du monde animal dans le temps géologique. Mammifères tertiaires. 1878. p. 54.
3) LECHE, Ueber die Säugethiergattung *Galeopithecus*. Kgl. Svenska Vetensk. Ak. Handl. Bd. 21. No. 11. p. 60.
4) RÖSE, Zur Phylogenie des Säugethiergebisses. Biolog. Centralblatt. 1892. p. 627.

anlage, so sehen wir Folgendes: Die Zahnanlage steht auf dem von LECHE »glockenförmig« genannten Stadium (s. Fig. 103). Das Schmelzorgan ist vollkommen deutlich ausgebildet und weist alle ihm zukommenden Zellenschichten auf. Zu innerst liegt das innere Schmelzepithel, aus cylindrischen Epithelzellen gebildet, zu äusserst das flachere äussere Schmelzepithel, das also durchaus nicht fehlt, wie frühere Autoren angeben. Zwischen beiden finden sich in lockerem Zusammenhange stehende Epithelzellen, die sich später zur Schmelzpulpa umwandeln, und die wir als Stratum intermedium bezeichnen.

Die Zahnpapille besteht in diesem Stadium aus einer Masse dicht gedrängter bindegewebiger Zellen, die an ihrer Oberfläche noch kein Dentin abgeschieden haben und an der Basis in ein halbmondförmig die Zahnlage umgreifendes Zahnsäckchen übergehen.

Es erhebt sich nun folgende Frage: Welcher Dentition gehört die Zahnanlage an? Um sie zu beantworten, müssen wir uns den Zusammenhang zwischen Zahnanlage und Zahnleiste klar machen. Wenn wir Fig. 103 betrachten, so scheint es auf den ersten Blick, als wenn die Lösung bereits gegeben wäre, sehen wir doch das obere Ende der Zahnleiste in den Scheitel des Schmelzorganes eintreten und seitlich ein Stück an letzterem verlaufen, um mit einer frei hervorragenden Anschwellung zu endigen. Diese seitlich vom Schmelzorgan liegende Anschwellung liesse sich als das Ende der Zahnleiste auffassen. Nun liegt aber die Zahnanlage lingualwärts von diesem Theil der Zahnleiste, es wäre demnach die Anschwellung am Ende der Zahnleiste nicht als Ersatzzahn aufzufassen, sondern als Rudiment einer vor der eigentlichen Zahnanlage liegenden Dentition.

Fig. 103.

Fig. 104.

Fig. 103. Querschnitt durch eine Zahnanlage aus der Mitte des Unterkiefers einer *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge.

Fig. 104. Freies Ende der Zahnleiste im Unterkiefer einer *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm.

Dadurch wird die Homologisirung sehr viel schwieriger. Man kann entweder annehmen, dass die vor der Zahnanlage liegende rudimentäre Dentition der ersten Dentition (der sogenannte Milchbezahnung) der Säugethiere entspricht, dann wären also die zur Entwickelung kommenden Bartenwalzähne der zweiten Dentition zugehörig, oder aber man kann annehmen, dass die rudimentäre Dentition einer auch bei anderen Säugethieren der sogenannten Milchdentition vorausgehenden Zahnreihe entspricht, und dass dann die zur Entwickelung kommenden Bartenwalzähne der Milchbezahnung der übrigen Säugethiere homolog sind. Letztere Annahme halte ich für die richtige. Um sie zu beweisen, ist einmal der Nachweis erforderlich, dass die Zahnleiste nach innen von der Anlage der Bartenwalzähne verläuft, und zweitens der Nachweis,

dass auch bei anderen Säugethierordnungen Spuren einer vor dem Milchgebiss liegenden Dentition vorhanden sind.

Was ersteren Nachweis betrifft, so haben wir uns nur unsere Schnittserie anzusehen, um zu erkennen, dass die Zahnleiste in folgender Weise mit dem Schmelzorgan verbunden ist. Zwischen je zwei Zahnanlagen verläuft die Zahnleiste als eine Epithellamelle in schräger Richtung nach hinten, und das Schmelzorgan legt sich labialwärts von ihr seitlich an. Es kommt aber auch zu einem lingualwärts von der Zahnanlage gelegenen freien Ende der Zahnleiste, welches kolbig angeschwollen ist (Fig. 104), so dass also die Zahnanlage als nach aussen von der Zahnleiste entsprossen anzusehen ist.

Die Zahnleiste bildet an jeder Zahnanlage die Innenwand derselben, ihr freies kolbenförmig angeschwollenes Ende ist seitlich und etwas hinter der Zahnanlage gelegen und kann mit letzterer theilweise verschmelzen. So sehen wir es auf Fig. 105, wo das Ende der Zahnleiste deutlich von dem übrigen Theile des Schmelzorganes unterschieden ist. Es steht demnach fest, dass sich die Zahnanlagen der Bartenwale nach aussen von der Zahnleiste entwickeln.

Auch in Bezug auf den zweiten Theil unserer Begründung, dass die Zähne der Bartenwale der ersten Dentition angehören, kann ich Material zur Stelle bringen. Vor kurzem hat unsere Kenntnis der Entwickelungsgeschichte der Säugethierzähne eine wesentliche Bereicherung erfahren durch die Untersuchungen Leche's [1]). Dieser Autor hat nun ebenfalls bei *Erinaceus* wie bei *Didelphys* Spuren einer der ersten Dentition vorausgegangenen Zahnserie gefunden, und ich glaube, dass ich die von mir aufgefundenen Thatsachen bei Bartenwalen ungezwungen mit den Leche'schen Angaben zu vereinigen vermag und die bei Bartenwalen vorhandenen Rudimente einer der ersten Dentition vorhergehenden Zahnreihe denselben Rudimenten bei *Erinaceus* und *Didelphys* als gleichwerthig betrachten kann.

Eine weitere Ausführung dieser Betrachtungen auf die am Schlusse meiner Untersuchungen stehende Zusammenfassung ersparend, will ich noch erwähnen, dass die vor den Zahnanlagen befindlichen Rudimente einer früheren Dentition mehr oder minder deutlich bei allen Zähnen auftreten. Es handelt sich also dabei nicht um einen gelegentlichen seitlichen Ausläufer der Zahnleiste, sondern um ein ganz constantes Gebilde. Das freie Ende ist nicht immer nur kolbenförmig ausgebildet, sondern zeigt höhere Differenzirung, und ein Blick auf Fig. 106 lehrt uns, dass wir hier eine kleine rudimentäre Schmelzkappe vor uns haben, die vollkommen von dem Schmelzorgan der eigentlichen Zahnanlage getrennt ist. Wie wir aus der Abbildung ersehen, zieht von dem Ende der Zahnleiste, da wo sie an das äussere Schmelzepithel der Hauptzahnanlage anstösst, ein Strang von spindelförmig abgeplatteten Epithelzellen an dem Schmelzorgan entlang, der dessen äusserem Schmelzepithel zwar dicht anliegt, aber doch vollkommen von ihm getrennt ist. An ihrem unteren, labialwärts gelegenen Ende setzt sich eine stark erweiterte Epithelblase an, welche an ihrem unteren Ende eine ganz beträchtliche Einstülpung aufzuweisen hat. In der Einstülpung liegen dicht aneinander gedrängte Bindegewebszellen, und das Ganze fasse ich auf als eine rudimentäre Zahnanlage. Ich lege darauf besonderen Nachdruck, da es sich nunmehr nicht mehr bloss um einen seitlichen von der Zahnleiste auslaufenden Epithelstrang, sondern um eine wirkliche, wenn auch rudimentäre Zahnanlage an dessen freiem Ende handelt.

Es treten demnach nach aussen von den Anlagen der sich später entwickelnden Bartenwalzähne deutliche Rudimente früherer Zahnanlagen auf; es ist ihnen also eine Dentition vorausgegangen, die fast völlig geschwunden ist.

Andererseits ist aber jede Zahnanlage nach aussen von der Zahnleiste angelegt, deren Ende kolbig anschwillt, so dass also damit documentirt wird, dass die zur Entwickelung kommende Zahnserie nicht die

1) W. Leche, Studien über die Entwickelung des Zahnsystems bei den Säugethieren. Morphol. Jahrb. Heft 3. Bd. XIX. 1892. p. 502.

letzte ist, sondern dass sich, ebenso wie bei den anderen Säugethieren, nach ihr eine weitere Dentition zu entwickeln vermag. Letztere kommt bei den Bartenwalen schon deshalb nicht mehr zur Anlage, weil die eigentlichen Zähne schon in einem frühen Zustande ihrer Entwickelung wieder resorbirt werden. Die dentinbildenden Zähne fasse ich also auf als zugehörig zur ersten Dentition, die davor liegenden Zahnrudimente als homolog denselben Rudimenten, welche Leche bei anderen Säugethieren als Vorläufer der ersten Dentition kennen gelehrt hat.

Wenden wir uns nunmehr zu einem anderen Punkte unserer Untersuchungen. Bereits Julin hatte angegeben, dass die hinteren Zähne ein etwas anderes Aussehen besitzen als die vorderen, und er hatte einen tiefgreifenden Unterschied zwischen den neun ersten und den hinteren begründet. Es ist stets misslich, auf einen einzigen Befund hin derartige Verallgemeinerungen zu wagen, und ich habe bereits in meinen früheren Arbeiten gezeigt, dass ein solcher scharfer Unterschied zwischen den neun ersten und den

Fig. 105.

Fig. 106.

Fig. 105. Zahnanlage aus dem Unterkiefer einer *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge. Die Zahnleiste ist noch etwas vom Schmelzorgan getrennt.

Fig. 106. Querschnitt aus dem Unterkiefer eines Embryos von *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge. Anlage eines der ersten Dentition vorausgegangenen Zahngebildes.

1 Schmelzorgan der vorausgegangenen Zahnanlage. 2 Zahnleiste. 3 Verbindung derselben mit 1. 4 äusseres Schmelzepithel der Hauptzahnanlage. 5 Stratum intermedium der letzteren.

hinteren Zähnen nicht existirt. Ferner habe ich die Natur der von Julin beschriebenen kleinen konischen Höcker, welche der Zahnkrone aufsitzen sollen, bereits als eine secundäre Erscheinung characterisirt. Was aber richtig an diesen Beobachtungen ist, ist die Thatsache, dass die hinteren Zähne zum grösseren Theile sogenannte Doppelzähne sind. Wenigstens trifft das für das junge Stadium zu, welches Julin zur Verfügung stand, und für das noch jüngere, welches vorliegender Untersuchung zu Grunde liegt. Es sind aber nicht, wie Julin will, alle hinter der neunten Zahnanlage liegenden Zähne, welche zwei oder drei hintereinander liegende Spitzen aufweisen, sondern nur eine grössere Anzahl (s. Jen. Zeitschrift f. Naturw., 1892, p. 485). Diese paarweise zusammenliegenden, meist an der Basis ihrer Papillen mit einander verschmolzenen Zähne entsprechen den Doppelzähnen, welche Eschricht gelegentlich vorfand. In diesem

jungen Stadium haben wir also zu constatiren, dass die unregelmässige Lage der Doppelzähne nicht vorhanden ist, sondern dass vielmehr alle hinteren Zähne (im Unterkiefer von Zahn 20 ab) entweder paarweise verschmolzen sind, oder doch ganz dicht aneinander liegen. Ein solcher Zahn sieht im Querschnitt genau so aus, wie die Anlage irgend eines Säugethierbackzahnes (Fig. 107). Die Zahnpapille hat zwei deutliche Spitzen aufzuweisen, und das Schmelzorgan hat sich demgemäss um beide Spitzen herumgelagert.

Um die Weiterentwickelung der Zähne von *Balaenoptera rostrata* zu studiren, untersuchte ich die Kiefer eines Embryos von 49 cm. Länge, sowohl an Präparationen wie auf Schnitten. Die Form hat sich beträchtlich verändert, indem die Zahnpapille stark in die Länge gewachsen ist, besonders deutlich tritt dies an den Oberkieferzähnen hervor, die schon in diesem Stadium der Entwickelung den Unterkieferzähnen etwas vorausgeeilt sind. Die Gestalt der Zähne ist eine spitz-conische (Fig. 108). Das Schmelzorgan ist noch in Weiterentwickelung begriffen, umhüllt die langgestreckte Papille vollkommen und fängt an in seinem Inneren Schmelzpulpa auszubilden. Die Ablagerung von Dentin hat in diesem Stadium begonnen, eine spitze Kappe umgiebt den Scheitel der Zahnpapille, und die Thätigkeit der Odontoblasten scheint, nach ihrer grossen, dicht gedrängten Anzahl zu urtheilen, eine sehr lebhafte zu sein.

Fig. 107.

Fig. 108.

Fig. 107. Zahn aus dem Unterkiefer eines *Balaenoptera rostrata* von 20,1 cm. Länge.
Fig. 108. Zahnanlage aus der Mitte des Oberkiefers einer *Balaenoptera rostrata* von 49 cm. Länge.

Die Anzahl der Doppelzähne war in diesem Stadium beträchtlich geringer als in dem vorhergehenden. Waren bei dem kleineren Embryo, wie bei dem JULIN vorliegenden Exemplare, fast sämmtliche hintere Zähne Doppelzähne, so zeigte sich bei diesem Embryo die Erscheinung nur vereinzelt, in einem Oberkiefer waren 4, im entsprechenden Unterkiefer 3 Doppelzähne vorhanden.

Was aber an einem dieser Doppelzähne interessant war, war seine Form (s. Fig. 12, Tafel XXV). Seitlich von einer gewöhnlichen typischen Zahnanlage sprosste eine zweite kleinere heraus, die knospenartig ihr ansass. Auch letztere besass eine conische Form, und die Spitzen beider waren bedeckt mit Dentinkappen.

Für die Erkenntnis der Natur der Doppelzähne ist dieses Vorkommnis sehr wichtig, wir sehen

daraus, dass wir es unmöglich mit einem gelegentlichen Verschmelzen ursprünglich getrennter homodonter gleichartiger Einzelzähne zu thun haben, sondern dass diese backzahnähnlichen Formen mit grösseren und kleineren Höckern die ursprünglicheren sind.

Eine höchst eigenthümliche Bildung fand ich auf Querschnitten durch die Mitte des Unterkiefers desselben Embryos. Neben einer typischen Zahnanlage lag nach innen zu eine ganz winzige zweite (Fig. 109). Genauere Betrachtung zeigte mir Folgendes. Die grosse Zahnanlage weicht in Nichts von der der übrigen Zähne ab. Das Schmelzorgan hat die Höhe seiner Entwickelung erreicht, zwischen innerem und äusserem Schmelzepithel, die beide als continuirliche Gebilde erhalten sind, hat sich eine voluminöse Schmelzpulpa entwickelt. Die Zahnleiste ist in deutlichen Resten vorhanden, welche dem nach innen gekehrten Theile des äusseren Schmelzepithels aufliegt. Anstatt aber mit einer kleinen kolbigen Anschwellung zu endigen, wie wir das im vorigen Stadium gesehen hatten, geht das Zahnleistenende direct in das Schmelzorgan der kleinen, angelagerten Zahnanlage über, welche wir nunmehr näher betrachten wollen. Dass wir eine Zahnanlage vor uns haben, ist unzweifelhaft. Von der Seite her dringt eine bindegewebige Papille ein, die umgeben wird von dem inneren Schmelzepithel, welches, wie wir gesehen haben, eine Fortsetzung des Zahnleistenendes darstellt. Um das innere Schmelzepithel des kleinen Zahnes herum lagert sich eine Schicht abgeflachter Epithelzellen, welche allmählich in die Schmelzpulpa der grossen Zahnanlage übergehen. Letztere ist also beiden Zahnanlagen gemeinsam.

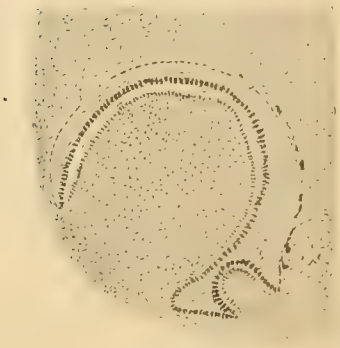


Fig. 109.
Zahnanlage mit Ersatzzahnanlage aus der Mitte des Unterkiefers einer *Balaenoptera rostrata* von 49 cm.

Somit haben wir also hier gesehen, dass es seitlich und innen von einem Bartenwalzahn zur Anlage eines kleinen Zahngebildes kommen kann, welches vom freien Ende der Zahnleiste stammt. Mit anderen Worten: Es vermag sich gelegentlich aus dem freien, kolbenförmig angeschwollenen Ende der Zahnleiste ein unzweifelhafter Ersatzzahn zu entwickeln. Damit erscheint mir der Nachweis geliefert, dass die Vorfahren der Bartenwale wirklich zwei Dentitionen besessen haben, und dass die zweite im Allgemeinen nicht mehr zur Entwickelung kommt, sondern nur ganz gelegentlich sich anlegt.

Es erinnert dies Verhalten durchaus an die Befunde, welche wir bei den Zahnwalen constatirt haben, auch hier fanden sich gelegentlich (z. B. bei *Phocaena communis*) Ersatzzahnanlagen vor, welche nicht auf den frühesten Zuständen ihrer Entwickelung stehen blieben, sondern, wenn sie auch klein blieben, doch zur vollkommenen Ausbildung kamen.

Balaenoptera musculus.

Das sehr reichhaltige Material, welches mir von dieser Species zur Verfügung stand — es kamen gegen 30 embryonale Ober- wie Unterkiefer zur Untersuchung — hat mich in den Stand gesetzt, die weitere Entwickelung, sowie die regressive Umbildung der Bartenwalzähne eingehender zu verfolgen. Wie ich bereits in meinem vordem veröffentlichten Aufsatze (Jen. Zeitschrift 1892) dargelegt habe, ist die Zahl der Doppelzähne bei den kleineren Embryonen eine sehr viel grössere als bei den älteren, sie nimmt graduell ab, und wenn wir die Oberkieferbezahnung eines Finwalembryos von 123 cm. betrachten, so sehen wir, wie bei diesem, dem grössten von mir untersuchten Exemplare, überhaupt kein Doppelzahn mehr vorhanden ist.

Die Zahl der Zähne im Oberkiefer des letzteren Embryos ist 53, sie liegen sämmtlich in gleich weiten Abständen von einander (siehe Fig. 1, Tafel XXV). Bei den kleineren Embryonen beträgt die Zahl der Oberkieferzähne, wenn wir die mit zwei resp. drei Höckern versehenen Zähne als je einen Zahn rechnen, etwas weniger, und zwar haben alsdann die kleinsten Embryonen die geringste Zahnzahl. Zählen wir jedoch in jedem Oberkiefer die einzelnen Höcker, so erhalten wir gleichzeitig für jeden Kiefer die Zahl 53, dieselbe Zahl, welche wir auch bei dem grössten untersuchten Embryo, der keine Doppelzähne besass, aufgefunden haben. Ich habe aus dieser Thatsache bereits den Schluss gezogen, dass sich im Laufe der individuellen Entwickelung der Bartenwale die Zähne theilen, und dass somit aus den verhältnismässig wenigen, aber mehrhöckerigen Zähnen der jüngsten Stadien viele, aber einspitzige Zähne werden. Aus den ursprünglichen Backzähnen entwickelte sich also durch Theilung derselben ein anscheinend homodontes Gebiss.

Nunmehr gehe ich dazu über, die Entwickelung der Zähne innerhalb der einzelnen Stadien genauer zu verfolgen. Da die mir zur Verfügung stehenden Embryonen von *Balaenoptera musculus*, soweit sie zur histologischen Untersuchung geeignet waren, bereits eine ziemlich bedeutende Grösse besassen, so konnte ich die ersten Entwickelungsstufen nicht feststellen. Es ist dies aber auch gar nicht mehr erforderlich, da wir sie bereits bei *Balaenoptera rostrata* des Näheren kennen gelernt haben.

Wählen wir uns eine Querschnittsserie durch den Oberkiefer eines Embryos von circa 70 cm. Länge, so sehen wir die Zahnleiste bereits stark verändert. Ihre Continuität ist vielfach unterbrochen, indem sie netzförmige Verästelungen aufzuweisen hat, die besonders stark seitlich nach innen von jeder Zahnanlage

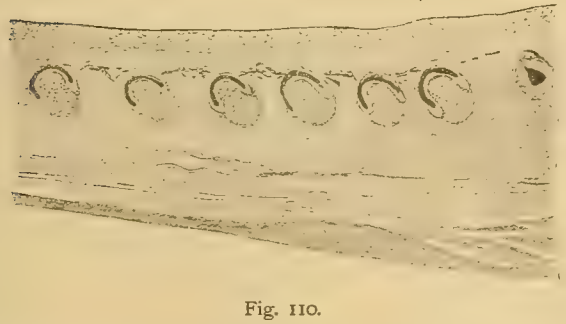


Fig. 110.

Fig. 111.

Fig. 110. Längsschnitt durch den Unterkiefer einer *Balaenoptera musculus* von 70 cm. Länge.

Fig. 111. Querschnitt eines Oberkieferzahnes einer *Balaenoptera musculus* von 70 cm.

auftreten (Fig. 111). Was die Zahnanlagen anbetrifft, so ist bei ihnen eine entschiedene Weiterentwickelung zu erkennen. Das Schmelzorgan ist zwar am Scheitel etwas reducirt, dafür aber an den Seiten sehr kräftig entwickelt und mit einer Schmelzpulpa versehen. An dem oberen Ende der Papille hat sich eine starke, conische Dentinkappe abgelagert.

Betrachten wir das Schmelzorgan eines Oberkieferzahnes genauer (Fig. 111), so sehen wir, dass es sich weiter an den Seitenwänden der Papille entlang erstreckt, als das Dentin reicht. Es kommt also hier zur Bildung einer Epithelscheide. Soweit es das Dentin umgiebt, ist das Schmelzorgan sehr

dünn, besonders auf der Spitze des Scheitels. Es besteht hier nur aus zwei Zellenlagen, dem inneren Schmelzepithel und dem flachgelagerten äusseren Schmelzepithel. Anders verhält sich das Schmelzorgan an den Seitenwänden der Papille, hier wird es voluminös, das innere Schmelzepithel weist eine starke Wucherung auf, und zwischen ihm und dem äusseren kommt es zur Anlage einer Schmelzpulpa. Diese seitlichen stark verdickten Theile des Schmelzorganes sind durchaus homolog denselben Gebilden, welche ich auch bei Zahnwalen als Epithelscheide beschrieben habe.

Seitlich von der Zahnanlage nach innen zu verläuft die Zahnleiste, die starke Wucherung zeigt.

Das Dentin lagert der Papille als ziemlich dicke, conische Kappe auf, seine äussere Oberfläche ist glatt, seine innere mit leichten welligen Einbiegungen versehen, in welche die Odontoblastenschicht hineingeht. Die Papille besteht aus dicht gelagerten Bindegewebszellen, die an der Basis in das den Zahn vollkommen einhüllende Zahnsäckchen übergehen.

Die in diesem Stadium noch zahlreich vorkommenden Doppelzähne zeigen ein sehr verschiedenes Verhalten. Bald ist die Papille an ihrem oberen Ende in zwei conische hinter einander liegende Spitzen ausgezogen, und jede mit einer Dentinkappe überzogen, bald sind die Papillen nur an der Basis noch zusammenhängend, und es finden sich ferner auch Doppelzähne, welche vollkommen getrennte Papillen besitzen. Die beiden Papillen sitzen dann nur der Basis des sehr viel weiteren Zahnsäckchens auf und haben sonst gar nichts mit einander gemein. Das Schmelzorgan ist in diesem Stadium sehr eigenthümlich beschaffen. Es umgiebt beide Papillen an ihrem Aussenrand und senkt sich ausserdem tief zwischen beide hinein. Letztere, vom Scheitel des Schmelzorganes ausgehende Einsenkung ist ziemlich voluminös, enthält in ihrem Innern Schmelzpulpa und an ihrem freien Ende tritt eine eigenthümliche tiefe Einkerbung ein, welche die mittlere Zwischenwand in zwei Theile theilt. Der eine Theil ist der einen Zahnanlage, der andere der anderen zugehörig. Hier sehen wir also ganz deutlich den Anfang einer Trennung des Schmelzorganes der beiden Zahnhöcker. Ihre Zahnpapillen sind bereits völlig getrennt, das Schmelzorgan fängt in seinem mittleren Theile an sich ebenfalls zu theilen, und wir haben uns nur vorzustellen, dass diese bereits begonnene Theilung der mittleren Scheidewand sich noch weiter nach oben fortsetzt, und dass in die dadurch entstehende Spalte Bindegewebe einwuchert, um vom histologischen Standpunkte aus eine völlige Trennung der ursprünglich zu einem Zahne gehörigen beiden Zahnhöcker zu zwei getrennten Zahnanlagen verständlich zu finden.

Gehen wir zur Betrachtung der Zahnanlagen des Unterkiefers über, so ergiebt sich Folgendes. Als Object wähle ich den Unterkiefer eines Embryos von 70 cm. Länge, den ich in eine Querschnittsserie zerlegt habe. Fig. 110 giebt ein Bild von der Einlagerung der Zähne. Die Seitenwände des knöchernen Unterkiefers sind bereits angelegt, eine in der Mitte befindliche, oben offene Rinne ist die Alveolarrinne. In ihr liegen die Zahnanlagen. Unter ihr sieht man die Querschnitte von Blutgefässen und Nerven, die dem Boden der Alveolarrinne aufliegen. Ueber den Bau des Unterkiefers, sowie den Verknöcherungsmodus hat bereits Julin ausführlich berichtet. Wenden wir uns den Zahnanlagen zu, so wird uns hier ihr Verhältnis zur Zahnleiste sehr deutlich. Die Zahnleiste ist nicht mehr die einfache von vorn nach hinten ziehende Lamelle, wie wir sie bei den jüngeren Embryonen von *Balaenoptera musculus* kennen gelernt haben, sondern sie hat sich in ein Netzwerk aufgelöst, und ein Querschnitt der Zahnleiste zwischen zwei Zahnanlagen sieht folgendermaassen aus (s. Fig. 112). Die Verbindung mit der Zahnanlage ist eine etwas seitliche. Die Zahnleiste verläuft unter lebhafter Wucherung an deren innerem Rande entlang und endigt mit einer mehr ode minder beträchtlichen kolbigen Anschwellung.

Aber auch der von der Zahnleiste ausgehende, dem äusseren Rande der Zahnanlage entlang laufende Epithelstrang, den ich als Andeutung einer früheren, vor der ersten Dentition liegenden Zahnserie angesehen habe, ist hier noch vorhanden, er geht in völlig von dem Schmelzorgan gesondertem Verlauf an dessen

äusserem Rande entlang und endigt kolbenförmig. Ich konnte ihn an den vordersten Zahnanlagen, die in der Entwickelung gegenüber den hinteren noch etwas zurückgeblieben waren, vollkommen deutlich verfolgen.

Wir haben also auch in diesem schon viel älteren Stadium von *Balaenoptera musculus* noch dieselben Befunde vor uns, welche wir von dem jüngsten Stadium von *B. rostrata* kennen gelernt hatten. Die Zahnleiste hat sich noch weiter entwickelt und zeigt neben und nach innen von jeder Zahnanlage ein stark angeschwollenes freies Ende. Ebenso sind auch die nach aussen von den Zahnanlagen liegenden Reste einer vorausgegangenen Dentition noch deutlich kenntlich.

Fig. 112.

Fig. 113.

Fig. 112. Querschnitt durch den Unterkiefer eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 70 cm. Länge.

Fig. 113. Querschnitt durch die Zahnleiste zwischen zwei Zahnanlagen aus dem Unterkiefer eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 70 cm.

Was den sonstigen Aufbau der Zähne in diesem Stadium anbetrifft, so giebt uns Fig. 114 ein Bild davon. Gegenüber dem Oberkiefer ist die Entwickelung der Zähne im Unterkiefer beträchtlich verzögert, die Anlagen sind viel kleiner und auch in ihrem histologischen Aufbau noch weiter zurück. So sehen wir hier das Schmelzorgan noch in vollster Ausbildung. Die Schmelzpulpa findet sich nicht nur an den Seiten, sondern auch am Scheitel des Schmelzorganes. Die Thätigkeit der Odontoblasten ist im Beginne. Während den vordersten Zahnanlagen noch das Dentin fehlt, tritt es weiter nach hinten zu immer deutlicher auf.

Was nun die Form der Zähne anbetrifft, so informirte mich darüber eine Anzahl von Präparationen, indem ich nach Bloslegen der Zahnreihe die einzelnen Zähne vorsichtig aus ihrem Zahnsäckchen herausschnitt und unter der Lupe betrachtete. Durchweg fand ich die Form der Zähne spitz-conisch, und nirgends war auf den, von Embryonen zwischen 60—80 cm. Länge stammenden Präparaten ein Zahngebilde zu sehen, dessen Form, wie Julin und Weber angeben, eine Vielheit von Tuberkeln zeigt. Der einzige Unterschied, der sich vorfand, war der, dass zwischen die einfachen conischen Zähne sich hier und da Doppelzähne einschoben, deren zwei Spitzen durchaus den Einzelspitzen der einfachen Zähne glichen. So sehen wir, wie z. B. Zahn 4, Zahn 9 und 41 aus dem Oberkiefer einer *Balaenoptera musculus* von 60 cm. Länge

einander sehr gleichen, nur ist der gesammte Aufbau der hinteren Zähne etwas breiter (s. Fig. 4, 5, 6, Tafel XXV).

Ausser den bereits erwähnten Doppelzähnen, welche man in diesem Stadium in jedem Kiefer antrifft, kommen auch noch vereinzelte Zähne vor, welche 3 Spitzen haben, in einem Falle, im Oberkiefer einer *Balaenoptera musculus* von 60 cm. Länge, fand ich sogar einen Zahn, dessen Krone von 4 hinter einander gelegenen mit einander verschmolzenen Höckern gebildet war. Wie Fig. 13, Taf. XXV, zeigt, ist dieser Zahn von ganz ansehnlicher Länge, von den 4 conischen Höckern sind die beiden äusseren die grössten. Eine durch das Gebilde angefertigte Längsschnittserie ergab mir, dass das Dentin, welches die Spitzen bedeckte, unter einander in continuirlichem Zusammenhang stand.

Ich gehe nunmehr zu weiteren Stadien der Zahnentwickelung über, wie sie uns Embryonen von 80 cm. und darüber zeigen. Wenn die Embryonen circa 80 cm. lang sind, haben die Zähne, wenigstens bei *Balaenoptera musculus*, den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht, und es beginnt nunmehr die regressive Umbildung. Diese wird eingeleitet durch den allmählichen Schwund des Schmelzorganes. Wie wir schon bei kleineren Embryonen gesehen hatten, ist das Schmelzorgan am Scheitel sehr dünn geworden, bei Zahnanlagen aus dem Oberkiefer eines Embryos von 84 cm. Länge ist dieser Process auch auf die seitlichen Theile übergegangen, die Schmelzpulpa ist verschwunden, und das collabirte Schmelzorgan beginnt sich in Falten zu legen. Die Form der Zähne ist im Wesentlichen noch dieselbe wie in den früheren Stadien, doch fehlen die Doppelzähne fast vollständig. Statt dessen sieht man ein paar Mal Zähne ganz dicht bei einander liegen. Untersucht man zwei derartige dicht aneinander liegende Zähne im Querschnitt, so findet man sie umhüllt von einem gemeinsamen Zahnsäckchen, zwischen beiden Zahnanlagen hat sich aber eine dünne, bindegewebige Scheidewand eingelagert, die beide Zähne von einander trennt.

Eine auffällige Veränderung ist mit der Spitze der Zahnpapille sowie dem Dentin vor sich gegangen. Letzteres ist zwar noch als eine continuirliche spitz-conische Kappe vorhanden, auf Schnitten sieht man aber wie sich mehr oder minder tiefe Gruben auf der Innenseite der Dentinkappe gebildet haben, in welche Ballen von sich stark färbenden Zellen eingelagert sind. Diese Zellballen enthalten ziemlich grosse rundliche Kerne, und zwar sind oft mehrere Kerne in einer Zelle vorhanden.

Die Thätigkeit dieser Zellen springt aus ihrer Einlagerung in die Lacunen des Dentins in die Augen, es sind die Zerstörer des Dentins; die von ihnen gebildeten Gruben sind die Howship'schen Grübchen. Eine Veränderung an der Papillenspitze wird durch neu auftretende Blutgefässe bewirkt.

Welchen Verlauf der Reductionsprocess nimmt, das lässt sich sehr schön an der Oberkieferbezahnung eines Embryos von 114 cm. und noch deutlicher an der eines Embryos von 137 cm. verfolgen, von denen beiden ich die einzelnen Zähne herauspräparirt habe.

Fig. 1, Taf. XXV, giebt die Lage der 53 Zähne des Oberkiefers wieder. Alle liegen in gleichweiten Abständen von einander. Die drei ersten sind sehr beträchtlich viel kleiner als die darauf folgenden, und das scheint mir nicht ohne Bedeutung zu sein. Auch ihre Form ist eine etwas andere, eine durchaus spitz-conische, während die darauf folgenden breiter sind (s. Fig. 14, Taf. XXV). Vielleicht entsprechen die drei ersten Zähne den Schneidezähnen der typischen Säugethiere. Die grössten Zähne sind die mittleren, während die hinteren an Grösse wieder abnehmen.

Was nun die Form der Zähne anbetrifft, so ist sie eine scheinbar ganz verschiedene von den früher beschriebenen, indem auf der breiten Basis der Krone eine ganze Anzahl grösserer oder kleinerer spitzer Höcker sitzen. Untersucht man aber genauer, so findet man, dass diese kleinen Höcker dadurch entstanden sind, dass die Dentinkappe keine Spitze mehr hat, sondern dass sich an deren Stelle ein Loch befindet, durch welches die Zahnpulpa hindurchschaut. Man kann leichtlich die jetzt ringförmige Dentinkappe von

der darunter liegenden Papille abheben, wie ich dies Fig. 9 und 10, Taf. XXV, von Zahn 14 gezeichnet habe. Die scheinbaren Spitzen an der Krone des Zahnes sind also weiter nichts als der unregelmässig ausgezackte obere Rand der ringförmigen Dentinkappe. Vergleichen wir die Form der einzelnen Zähne nunmehr mit einander, so sehen wir, dass sie eine durchaus gleichmässige ist, ursprünglich waren sie insgesammt conisch zugespitzte Zähne, die nur ihre Spitze verloren haben.

Ein Zwischenstadium wird repräsentirt durch die Oberkieferbezahnung eines Finwalembryos von 114 cm. Länge, von dem ich einige Zähne abgebildet habe. Die ersten Zähne sind noch intact, so hat Zahn 7 (von vorn gerechnet) noch seine vollkommene conische, etwas eingekrümmte Spitze (Fig. 8, Taf. XXV), aber schon von Zahn 8 beginnt diese Spitze zu verschwinden. Von Zahn 11 konnte ich bereits die ringförmige Dentinkappe leicht abheben (Fig. 9 und 10, Taf. XXV). Sehr schön liess sich an diesen Präparaten verfolgen, auf welche Weise das Schmelzorgan sich rückbildet. Ueber dem Dentinring sieht man nämlich einen weisslichen Ueberzug, der an verschiedenen Stellen seines oberen Randes kugelige Anschwellungen trägt. Einen solchen Zahn (Fig. 11, Taf. XXV) habe ich nun geschnitten und Folgendes gefunden:

In dem Längsschnitte dieses Zahnes ist deutlich zu sehen, dass die Dentinkappe an ihrer Spitze zerstört worden ist, und dass auch der die Seitenwände der Papille bedeckende Dentinring bereits von

Fig. 114.

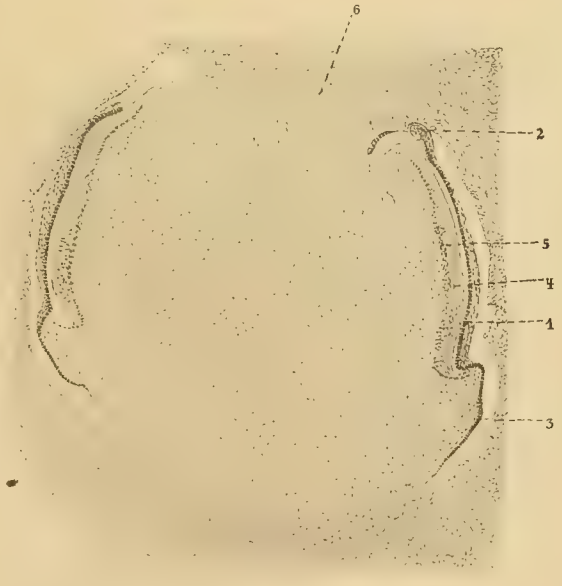


Fig. 115.

Fig. 114. Querschnitt durch eine Zahnanlage aus dem Unterkiefer einer *Balaenoptera musculus* von 70 cm.

Fig. 115. Querschnitt durch eine rückgebildete Zahnanlage aus dem Oberkiefer eines Embryos von *Balaenoptera musculus* von 114 cm. Länge.

1 Schmelzorgan. 2 Epithelperle. 3 Epithelscheide. 4 Dentin. 5 Howship'sche Grübchen. 6 Verbindung der Zahnpapille mit dem darüber liegenden Bindegewebe.

vielen Grübchen unterminirt ist; dann sehen wir ferner, dass die Spitze der Papille sich stark vascularisirt hat, und endlich ist auch noch der Rest des Schmelzorganes zu sehen. Es ist sehr unscheinbar geworden, besteht nur noch aus wenigen Zahnanlagen und setzt sich über das Ende der Dentinkappe hinaus noch

ein Stück an der Seitenwand der Papille fort, die Epithelscheide bildend. Auch die Natur jener knopfartigen Gebilde am oberen Rande des Schmelzorganes können wir jetzt feststellen. Es sind grosse Epithelperlen, wie wir auf unserem Schnitt constatiren können, und wir haben sie also aufzufassen als Degenerationsproducte des Schmelzorganes (Fig. 115).

Wie die weitere Rückbildung der Bartenwalzähne erfolgt, das lässt sich bereits sehr deutlich sehen an den Oberkieferzähnen desselben Embryos von 114 cm. Länge.

Wie ich bereits schon früher betont habe, ist die Entwickelung der Oberkieferzähne gegenüber der der Unterkieferzähne bedeutend vorangeschritten, und ebenso verhält es sich mit der Rückbildung. Sehen wir uns eine Querschnittserie durch einen solchen Oberkiefer an, so bemerken wir, wie die Dentinkappe bis auf einen ringförmig die Papille umgebenden Rest geschwunden ist. Das rückgebildete Schmelzorgan zeigt noch deutlich die Epithelscheide, sein oberer, die ursprüngliche Zahnkrone überdeckender Theil ist aber geschwunden oder hat sich zu vereinzelten Epithelperlen reducirt. Durch die so entstandene Oeffnung an der Spitze der Dentinkappe tritt nun die Zahnpapille in directe Verbindung mit dem äusseren Bindegewebe, von dem sie sich im Aufbau durch Nichts mehr unterscheidet (siehe Fig. 115).

Die weitere Rückbildung der Zähne erfolgt also in der Weise, dass die Zahnpapille sich wieder in gewöhnliches Bindegewebe umwandelt, und dass das Dentin von den schon erwähnten mehrkernigen grossen Zellen vollkommen aufgenommen wird, während das Epithel des Schmelzorganes völlig zu Grunde geht.

Embryonen, welche bereits völligen Schwund der Zähne aufzuweisen hatten, fehlten mir, doch können wir den Angaben Eschricht's folgen, welcher angiebt, dass die Zähne vollkommen geschwunden sind, bevor die Thiere ihre halbe Fötuslänge erreicht haben.

Ausser den bereits erwähnten Embryonen untersuchte ich noch eine grosse Anzahl andere auf ihre Bezahnung, auch solche von *Balaenoptera Sibbaldii* und *Megaptera boops*, und fand überall dieselbe Entwickelung vor.

Noch möchte ich mit einigen Worten auf die sogenannten Doppelzähne zurückkommen.

Wie ich schon früher gezeigt habe, ergab sich aus der Betrachtung aller meiner Präparate das Resultat, dass die jüngeren Stadien mehr Doppelzähne aufzuweisen haben als die älteren, und von dem grössten von mir untersuchten Embryo von *Balaenoptera musculus* von 137 cm. Länge habe ich angegeben, dass ich keinen einzigen Doppelzahn im Oberkiefer aufgefunden habe, während die Zahl der Zähne 53, der Zahl der Höcker bei den mit Doppelzähnen versehenen kleineren Embryonen entspricht.

Was zunächst die Lage dieser Doppelzähne betrifft, so ist sie nicht constant, wir sehen sie im Allgemeinen mehr im hinteren Theile der Zahnreihe, doch fehlen sie auch ganz vorn nicht (siehe meine diesbezügliche Tabelle in: Jenaische Zeitschrift, 1892, p. 486). Diese wechselnde Lagerung der Doppelzähne lässt sich erklären aus der Functionslosigkeit und dem Rudimentärwerden der Zahnserie.

Betrachten wir die Form der Doppelzähne, so können wir leichtlich alle Uebergänge auffinden. Den Ausgangspunkt bilden Zähne, welche eine einheitliche Krone haben, die in zwei, seltener in drei hinter einander liegende conische Spitzen auslaufen. Der Bau eines solchen Zahnes ist wie der eines einfachen conischen Zahnes, nur gabelt sich die Zahnpapille an der Spitze, oder sie sendet drei Spitzen aus. Entweder sind diese zwei oder drei Spitzen gleich gross, oder es ist ein Unterschied in der Grösse vorhanden. Bei den dreispitzigen Zähnen ist dann die mittlere Spitze die grösste.

Ein weiteres Stadium repräsentiren Doppelzähne, bei denen die Theilung der Krone viel tiefer herabreicht. Das Dentin bildet entweder noch eine zusammenhängende Kappe über die Spitzen, wie wir das an Fig. 13, Taf. XXV, sahen, wo die Zahnkrone vier hinter einander liegende Spitzen trägt, oder aber

die Dentinkappen sind von einander getrennt und nur der unterste dentinfreie Theil der Papille ist noch beiden Zahnspitzen gemeinsam, aber bereits viel breiter als bei einem Einzelzahn.

Wir haben ferner Zähne kennen gelernt, bei denen die Sonderung der einzelnen Spitzen noch weiter gegangen war. Die Papillen sind von einander vollkommen getrennt und sitzen der Basis des sehr erweiterten gemeinsamen Zahnsäckchens auf. Demgemäss sind auch die Dentinkappen vollkommen von einander getrennt und stehen in keinerlei Zusammenhang mit einander. Nur das Schmelzorgan zeigt noch an, dass wir es mit einem ursprünglich einheitlichen Zahn zu thun haben. Das innere Schmelzepithel überzieht eine jede Spitze und steht mit dem der darauf folgenden, sowie eventuell der dritten Spitze in continuirlichem Zusammenhange. Der Zwischenraum zwischen den Spitzen ist ausgefüllt mit Schmelzpulpa. Es giebt nun Stadien, in denen sich auch der Schmelz zu theilen anfängt, und zwar beginnt die Theilung an der zwischen zwei Spitzen liegenden Einsenkung an deren Grunde. Ein anderes Stadium zeigt die Theilung des Schmelzes vollzogen, so dass also jede einzelne Spitze ihr eigenes Schmelzorgan besitzt. Was derartigen Zahnspitzen noch gemeinsam ist und sie als zugehörig zu einer ursprünglich einheitlichen Zahnanlage characterisirt, ist das gemeinschaftliche Zahnsäckchen, aber auch dieses fängt an, sich entsprechend der Zahl der Spitzen einzuschnüren und Scheidewände zwischen den einzelnen Zahnspitzen zu bilden. Sobald diese Scheidewände sich ausgebildet haben, ist der Process der Umwandlung von ursprünglich zusammengehörigen Zahnspitzen zu Einzelzähnen, die allerdings ganz nahe an einander liegen, vollendet. Alle diese verschiedenen Stadien der Umwandlung vermag ich an meinen Präparaten nachzuweisen.

Es könnte nun die Frage aufgeworfen werden, ob nicht der Process umgekehrt stattfinde, d. h. ob nicht vielmehr ursprüngliche Einzelzähne gelegentlich zusammentreten und mehr oder minder vollkommen verschmelzen. Gegen diese früher angenommene Auffassung spricht die Entwickelungsgeschichte in unzweideutiger Weise. Junge Embryonen haben sehr viele Doppelzähne, ältere wenige oder gar keine, und die Zahl der einzelnen Spitzen ist bei allen die gleiche. Die einzige daraus zu ziehende Folgerung ist, dass die ursprünglichen mehrspitzigen Zähne sich im Laufe der Entwickelung in einspitzige theilen.

Zusammenfassung.

Aus unseren Untersuchungen hat sich ergeben, dass die nur im Fötalleben der Bartenwale auftretende Bezahnung der ersten Dentition, oder wie man früher sagte, dem Milchgebiss der anderen Säugethiere homolog ist. Es ist nicht nur lingualwärts ein freies Zahnleistenende vorhanden, sondern es kommt auch zu der Ausbildung eines knospenförmigen Stadiums der Ersatzzähne, und gelegentlich kann sich ein solcher Ersatzzahn auch weiter ausbilden. Ferner finden wir labialwärts von den Zahnanlagen die constanten Anzeichen einer dieser Dentition vorausgegangenen früheren Dentition, die wir mit den von Leche beschriebenen ähnlichen Rudimenten bei *Erinaceus* und *Didelphys* homologisiren.

Von Werth für die Auffassung des Bartenwalgebisses ist die Thatsache, dass in jungen Stadien sich weniger, dafür aber theilweise mehrspitzige Zähne vorfinden als in älteren, wo viele, aber durchweg einspitzige Zähne vorkommen. Es liegt hier der embryologische Beweis vor, dass die homodonte Bezahnung der Bartenwale aus einer heterodonten entstanden ist, und dass dieser Process durch Theilung der mehrspitzigen Backzähne des letzteren Gebisses erfolgt ist.

3. Vergleichender Theil.

A. Das Gebiss der Edentaten.

Das Edentatengebiss erweist sich insofern von Interesse für uns, als es in seinen vielzahnigen Formen ebenfalls Reductionen aufzuweisen hat, die zu einer scheinbaren Homodontie führen. Es stellt also damit eine Parallele zu dem Cetaceengebiss dar, und nur von diesem Gesichtspunkte aus gedenke ich es zu betrachten.

Wenn wir eine grössere Anzahl von *Dasypodiden*-Schädeln durchmustern, finden wir bald eine nicht unbeträchtliche Variabilität in der Zahnzahl, welche wiederum das Gesetz bestätigt, dass zunehmende Variabilität Hand in Hand geht mit einer Verminderung der Function, dass sie also eine Reductionserscheinung ist.

Als Ausgangspunkt unserer Betrachtungen wählen wir das Gebiss von *Orycteropus*.

Zweifellos ist dieses heterodont zu nennen, indem ausser den einfachen, cylindrischen, vorderen Zähnen, zwei oder drei hintere Backzähne auftreten, die dadurch characterisirt sind, dass sie die doppelte Grösse der davor liegenden einfachen Zähne haben, und dass sie seitlich mit 2 tiefen Rinnen versehen sind, welche auf der stets abgeschlossenen Oberfläche des Zahnes das Bild einer zu beiden Seiten stark eingeschnürten Ellipse hervorrufen. Ohne etwas über die Entstehung dieser Zähne zu präjudiciren, will ich sie »Doppelzähne« nennen.

Die Zahl der Zähne ist variabel, und zwar richtet sie sich nach der wechselnden Zahl der vordersten, sehr kleinen, stiftartigen Zähne. In der Regel kann man annehmen, dass im hinteren Theil des Kiefers jederseits 5 Zahngebilde liegen, von denen das vorletzte und drittletzte, mitunter auch das letzte die doppelte Ausdehnung sowie die seitlichen Einschnürungen besitzen, also Doppelzähne sind. Gelegentlich kommt es vor, dass statt des viert- und fünftletzten Zahnes der einen Kieferseite, auf der entsprechenden anderen nur ein Zahn vorhanden ist.

Vor den 5 grösseren Zähnen liegen ein paar ganz kleine, die in weiten Zwischenräumen stehen. In einem Falle sehe ich 3 auf jeder Seite des Oberkiefers, meist aber sind es nur 2 oder einer, oder sie können auch ganz fehlen.

Nach den von mir untersuchten Exemplaren vermag ich folgende Zahnformeln aufzustellen, wenn ich die Zählung von den hintersten Zähnen beginne und die Doppelzähne durch einen darüber liegenden Querstrich auszeichne:

1) $\frac{1\ \overline{2}\ \overline{3}\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8}{\overline{1}\ 2\ 3\ 4\ 5} \Big| \frac{8\ 7\ 6\ 5\ 4\ \overline{3}\ \overline{2}\ 1}{5\ 4\ \overline{3}\ \overline{2}\ \overline{1}}$

2) $\frac{1\ \overline{2}\ \overline{3}\ 4\ 5\ 6\ 7}{1\ \overline{2}\ \overline{3}\ 4\ 5\ 6} \Big| \frac{7\ 6\ ?\ 4\ \overline{3}\ \overline{2}\ 1}{6\ 5\ 4\ \overline{3}\ \overline{2}\ 1}$

3) $\frac{1\ \overline{2}\ \overline{3}\ 4\ 5}{1\ \overline{2}\ \overline{3}\ 4} \Big| \frac{6\ 5\ 4\ \overline{3}\ \overline{2}\ 1}{5\ 4\ \overline{3}\ \overline{2}\ 1}$

Um über die Natur der Doppelzähne von *Orycteropus* ins Klare zu kommen, müssen wir deren Entwickelungsgeschichte zu Rathe ziehen. Die Fragestellung würde lauten: sind die sogenannten Doppelzähne entstanden durch secundäre Verschmelzung von einzelnen, cylindrischen Zähnen, oder sind sie ursprüng-

liche Bildungen, homolog den Backzähnen anderer Säugethiere? Leider steht mir kein embryologisches Material zur Verfügung, ich zweifle aber nicht, dass sich als Resultat der Untersuchung eine Bestätigung der zweiten Annahme ergeben wird, dass also die Doppelzähne den Backzähnen anderer Säugethiere homolog sind.

Bei den *Armadillen* ist nun von derartigen Doppelzähnen nichts mehr zu sehen; die Zahl der gleichartigen Zähne ist dafür etwas grösser, sie ist auf 8—10 angewachsen. Es liegt nun die Annahme sehr nahe, dass diese Vermehrung der Zähne dadurch zu Stande kommt, dass sich die ursprünglich vorhandenen Doppelzähne in je zwei einzelne Zähne theilten. Hat dieser Process wirklich einmal stattgehabt, so lassen sich vielleicht noch Spuren davon auffinden; als solche würde zu gelten haben die Auffindung von vereinzelten Doppelzähnen. Sehr schön sehe ich das an einem Unterkiefer von *Tatusia septemcincta* aus dem Natural History Museum in London. Die linke Seite hat hier 7 Zähne, der zweite von vorn hat aber die doppelte Grösse der anderen. Auf der rechten Seite sehen wir an Stelle dieses breiten Zahnes zwei ganz dicht aneinander liegende Einzelzähne. Ferner ist auf ihr statt des letzten, hintersten Zahnes der linken Seite ein dicht anliegendes Zahnpaar aufgetreten. Einmal auf die Erscheinung aufmerksam geworden, fand ich noch mehrere derartige Doppelzähne oder je zwei einander berührende Einzelzähne vor.

Die Zahl der Zähne schwankt, *Priodon gigas* ausgenommen, bei den untersuchten *Dasypodiden* zwischen 7 und 11. Die Variabilität rührt theils von den gelegentlich auftretenden Doppelzähnen, theils von dem Erscheinen kleiner vorn stehender Zähne her, die, wie ich entwickelungsgeschichtlich feststellen konnte, sich in der Zahl von 4 oder 5 anlegen und ganz gelegentlich zur weiteren Entwickelung kommen.

Bei den einzelnen Species fand ich die Zahnzahl in folgenden Grenzen schwankend:

1) *Tatusia septemcincta*, 6 Schädel, 6—10 Zähne im Ober- wie Unterkiefer; meist 7—8.

2) *Tatusia novemcincta*, 18 Schädel, zwischen $\frac{7}{7}$ und $\frac{8}{8}$ schwankend.

3) *Tatusia Kappleri*, 2 Schädel, $\frac{8}{8}$.

4) *Xenurus unicinctus*, 4 Schädel, $\frac{9}{8}$ oder $\frac{9}{9}$ oder $\frac{9}{10}$.

5) *Xenurus hispidus* Burm., 1 Schädel, $\frac{9.\ 9}{9.\ 9}$.

6) *Xenurus lugubris*, 3 Schädel, $\frac{9.\ 9}{8.\ 8}$.

7) *Tolypeutes conurus* Geoffr., 3 Schädel, $\frac{9}{9}$.

8) *Tolypeutes tricinctus*, 2 Schädel, $\frac{8}{8}$ oder $\frac{8}{9}$.

9) *Euphractes minutus*, 1 Schädel, $\frac{8}{8}$.

10) *Dasypus sexcinctus*, 3 Schädel, $\frac{9.\ 9}{10.\ 10}$, in einem Falle $\frac{9.\ 9}{11.\ 11}$.

11) *Dasypus villosus*, 1 Exempl., $\frac{9}{10}$.

12) *Dasypus vellerosus* Gr., 2 Exempl., $\frac{9}{10}$.

Eine bedeutend grössere Zahnzahl hat *Priodon gigas* aufzuweisen. Von dieser seltenen Form standen mir zuerst zwei Schädel des Londoner Museums zur Verfügung. Die Zahnzahl des einen war $\frac{18.\ 15}{18.\ 20}$, des anderen $\frac{22.\ 22}{22.\ 24}$.

Betrachtet man die Bezahnung beider Schädel genauer, so findet man, dass der Schädel mit geringerer Zahnzahl eine Anzahl von Zähnen von doppelter Grösse aufzuweisen hat, während solche dem anderen Schädel fehlen. Würden an Stelle dieser Doppelzähne je zwei einfache Zähne treten, so würden wir ungefähr dieselbe Zahnzahl erhalten, wie beim zweiten Schädel.

Diese an zwei Londoner Exemplaren gemachte Beobachtung konnte ich an weiteren Schädeln des Amsterdamer und Leidener Museums bestätigen. Das erste Exemplar des Amsterdamer Museums hat folgende Zahnformel: $\frac{17.\ 18}{20.\ 19}$. Die nähere Untersuchung ergab nun, dass im linken Unterkiefer die 4 ersten doppelte Breite hatten, im linken Oberkiefer Zahn 2—7 von vorn, im rechten Unterkiefer die 8 vorderen, im rechten Oberkiefer die 6 vorderen.

Das zweite Exemplar besass folgende Bezahnung: $\frac{17.\ 18}{17.\ 18}$. In diesem Falle waren auf der linken Seite je 8, auf der rechten je 7 Zähne von doppelter Breite.

Der Oberkiefer eines dritten Exemplars hatte links 20, rechts 19 Zähne, davon links 7, rechts 8 von doppelter Breite.

Im Leidener Museum hatte das erste Exemplar folgende Zahnformel: $\frac{16.\ 16}{18.\ 19}$. Von doppelter Breite waren links unten Zahn 2—10, links oben die 8 ersten, rechts unten Zahn 2, 3, 6, 7 und 8, rechts oben die 8 ersten.

Am zweiten Exemplar fand ich im rechten Unterkiefer 24 Zähne, nur Zahn 18 von vorn hatte die doppelte Breite; im rechten Oberkiefer waren sogar 26 Zähne. Hier fand sich kein einziger Zahn von grösserer Breite vor. Ebenfalls im linken Oberkiefer fanden sich 25 Zähne vor, die aber bereits zum grössten Theil ausgefallen waren. Von den 25 Alveolen war eine von doppelter Breite und in der Mitte stark eingeschnürt, so dass sie in Theilung begriffen erschien; der linke Unterkiefer war nicht ganz vollständig.

Wir ersehen aus vorliegenden Angaben, dass wir es beim Gebiss von *Priodon gigas* mit einer grossen Variabilität der Zahnzahl zu thun haben. Die Anzahl der Zähne in einer Kieferhälfte kann schwanken von 15 bis 26. Hand in Hand mit der verschiedenen Zahnzahl geht die Erscheinung, dass sich in einer Zahnreihe um so mehr Zähne von doppelter Breite befinden, je geringer die Zahl der Zähne ist. So haben wir z. B. im rechten Oberkiefer des zweiten Exemplars gar keinen doppeltbreiten Zahn, dafür aber 26 Zähne, beim zweiten Amsterdamer Schädel 18 Zähne im rechten Ober- und Unterkiefer, dafür aber 7 Zähne von doppelter Breite.

Die doppeltbreiten Zähne liegen fast ausnahmslos in der vorderen Hälfte der Zahnreihe.

Das Gebiss von *Priodon* erscheint nach Gesagtem als eine durchaus secundäre Bildung; seine hohe Zahnzahl lässt sich erklären aus der Theilung ursprünglich doppelt so breiter Zähne. Nehmen wir an, dass sich sämmtliche *Priodon*-Zähne als halbe Zähne ergeben, so hätten die Vorfahren des *Priodon* ein Gebiss von 13 Zähnen in jeder Kieferhälfte besessen, und diese Zahl wird auch der Zahl der Zähne bei *Dasypus* ziemlich entsprechen, wenn auch bei letzterem eine Reduction der Art eingetreten ist, dass die vordersten Zähne nicht mehr zum Durchbruch kommen.

Es wird uns also aus der vergleichenden Betrachtung der Bezahnung der *Dasypodiden* wahrscheinlich, dass die Homodontie und die gleichzeitig damit verbundene Vielzahnigkeit entstanden ist aus einer secundären Theilung ursprünglicher Doppel- d. i. Backzähne. Ob sich dieser Process innerhalb der Entwickelung eines jeden Individiums ontogenetisch feststellen lässt, wie wir es bei den Bartenwalen vermocht haben, ist erst auf Grund weiterer Untersuchungen, besonders an Embryonen von *Priodon gigas*, zu entscheiden.

Jedenfalls glaube ich aber schon auf Grund der Vergleichung der fertigen Gebisse die Ansicht aussprechen zu dürfen, dass die Zähne der scheinbar homodonten vielzahnigen Edentaten secundäre Bildungen sind, die sich nicht mit den Zähnen der anderen Säugethiere homologisiren lassen, sondern nur Theilproducte darstellen.

Die Frage nach dem Zahnwechsel der Edentaten ist in neuerer Zeit wieder aufgegriffen worden. Bei *Dasypus novemcinctus* war das Erscheinen von Ersatzzähnen schon lange bekannt. Hensel fand beide Dentitionen auch bei *Tatusia hybrida*, und Thomas bei *Orycteropus*. Meine eigenen Untersuchungen[1]) erstreckten sich auf die Entwickelungsgeschichte des Gebisses von *Dasypus novemcinctus* und *Dasypus villosus*. Da ich auch bei letzterer Species die Anlage beider Dentitionen vorfand, so glaubte ich diese Erscheinung verallgemeinern zu dürfen und nahm auch für die Edentaten Diphyodontie an.

Die nachfolgende Untersuchung von Röse[2]) lieferte eine neue Bestätigung der älteren Angaben, dass bei *Dasypus novemcinctus* und *Tatusia hybrida* beide Dentitionen angelegt werden; desgleichen die Arbeit von Ballowitz[3]) für erstere Species sowie *Dasypus sexcinctus*, und die von Leche[4]).

Obwohl meine eigenen Untersuchungen an einem umfangreicheren Material angestellt wurden, als es jenen Autoren zur Verfügung stand, so sehe ich doch von der ursprünglich beabsichtigten ausführlichen Darlegung an dieser Stelle ab, da es mir hier nur auf das Endresultat ankommt, und ich dieses bereits früher veröffentlicht habe.

Es mag also hier die Constatirung der Thatsache genügen, dass bei den Gürtelthieren beide Dentitionen angelegt werden.

B. Das Gebiss der Beutelthiere.

Ueber die Entwickelungsgeschichte des Beutelthiergebisses wurde die erste, auf Schnittserien basirte Arbeit von mir geliefert. In meinem Aufsatz »Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung«[5]) gab ich an, dass sich bei Beutelthieren beide Dentitionen anlegen, und dass die bleibende Bezahnung dem Milchgebiss oder der ersten Dentition zuzurechnen ist, und lieferte in einem kurz darauf erscheinenden Aufsatze »Das Gebiss von *Didelphys*«[6]) eine eingehende Darstellung der Befunde.

Spätere Untersucher bestätigten und erweiterten meine Angabe, so schreibt M. F. Woodward[7]) darüber: »These observations I can confirm so far as the incisors and molars of *Didelphys* are concerned, but in *Trichosurus* I can find no trace of the theeth successional to the molars. This may be owing to the embryo beeing too joung.«

Auch O. Thomas[8]) stimmte unter Aufgabe seiner früheren Ansicht den erhaltenen Resultaten im Wesentlichen zu.

Eine fernere Bestätigung und wesentliche Erweiterung an umfangreicherem Material lieferte Röse[9]),

---

1) Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung. Anat. Anzeiger 1891. No. 13. p. 36.

2) C. Röse, Beiträge zur Zahnentwickelung der Edentaten. Anat. Anzeiger. 1892. No. 16 u. 17.

3) E. Ballowitz, Das Schmelzorgan der Edentaten, seine Ausbildung im Embryo und die Persistenz seines Keimrandes bei dem erwachsenen Thier. Arch. f. microsc. Anatomie. Bd. 40. 1892. p. 133.

4) Leche, Studien über die Entwickelung des Zahnsystems bei den Säugethieren. Morphol. Jahrb. 1892.

5) Anat. Anzeiger 1891. No. 13.

6) Anat. Anzeiger 1891. No. 23 u. 24.

7) W. F. Woodward, On the milk-dentition of *Procavia* (*Hyrax*) capensis and of the Rabbit (*Lepus caniculus*). Proc. Zool. Soc. London. January 5. 1892. p. 44.

8) O. Thomas, Notes on Dr. Kükenthal's Discoveries in Mammalian Dentition. Annals and Magazine of Nat. Hist. 1892. p. 308.

9) C. Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Beutelthiere. Anat. Anzeiger 1892. No. 19 u. 20.

der eine irrthümliche Auffassung meinerseits corrigirte, indem er die etwas seitlich nach innen vom zweiten Molaren gelegene Zahnanlage im Oberkiefer richtig als Anlage des dritten Molaren deutete. Die weitere Correctur, welche Röse an meiner Arbeit vorgenommen hat, so die von ihm behauptete Thatsache, dass der Ersatzzahn des dritten Prämolaren sich, ohne dass ein Zahnwechsel stattfindet, in die erste Zahnserie einschiebt, hat er in einer kurz darauf erfolgenden Berichtigung[1]) selbst wieder zurückgenommen, so dass ich der Mühe der Widerlegung enthoben bin.

Wenn Röse von mir schreibt, »dieser Autor ist ganz unabhängig von mir auf Grund eines viel spärlicheren Materials in der Hauptsache zu denselben Resultaten gekommen«, so halte ich diese Bemerkung für zum mindesten höchst überflüssig, da meine Publication fast ein Jahr früher und in derselben Zeitschrift erfolgte als die seinige. Auch der Hinweis Röse's auf seine Arbeit über die Zahnentwickelung der Menschen[2]), in welcher er sein Hauptresultat kurz nebenbei angiebt, kann nichts an der Thatsache ändern, dass mir die Priorität der Entdeckung zukommt, da ich in einer vor dem Erscheinen letzterwähnter Arbeit publicirten Mittheilung[3]) alle wesentlichen Resultate meiner Untersuchung des Beutelthiergebisses bereits gegeben habe.

In neuester Zeit ist eine Arbeit von Leche erschienen, welcher darin ebenfalls zu denselben Resultaten kommt. Ausser bei *Didelphys marsupialis* fand Leche noch die ersten Anlagen der zweiten Dentition vor bei *Perameles nasuta*, bei *Trichosurus vulpecula*, und bei *Phascolarctus cinereus*. Ausserdem zeigte Leche, dass auch dem Prämolar 1, dessen Ersatzzahnkeim ich nicht finden konnte, ein solcher zukommt. Die Thatsache, dass bei allen Beutelthieren, von welchen überhaupt entwickelte Ersatzzähne bekannt sind, nur ein functionirender Ersatzzahn (P_3) auftritt, erklärt er aus der Ausbildung des Saugmundes der, die Ausbildung des vorderen Theiles der zweiten Dentition gehemmt hat. Ferner ist er der Meinung, dass eine vollständige zweite Dentition bei den Beutelthieren nie existirt hat, sondern dass die vorhandenen knospenförmigen Schmelzkeime Anfänge zu einer solchen sind, welche bei günstiger Gelegenheit resp. bei Bedarf fähig sind, sich weiter zu entwickeln. Dieser Ansicht bin ich nicht, ich glaube vielmehr nach wie vor in den lingual gelegenen knospenförmigen Schmelzkeimen Rudimente der zweiten Dentition erkennen zu müssen, die bei den Vorfahren der Beutelthiere, also vor dem Beutelthierstadium, noch vollkommen entwickelt war.

Auch die Factoren, welche die Entwickelung der zweiten Dentition verhindert haben, scheinen mir noch nicht zweifellos festgestellt zu sein. Sicherlich ist es irgendwie in den Organisationseigenthümlichkeiten der Beutelthiere begründet, dass die zweite Dentition bis auf einen Zahn unterdrückt worden ist, andererseits ist aber diese schon von Jurabeutlern an giltige Thatsache für mich ein Beweis, dass das Gebiss der Beutelthiere einen in sich geschlossenen Typus darstellt, der keine Weiterentwickelung in dem von Leche angedeuteten Sinne zulässt. Nach wie vor halte ich also daran fest, dass das Gebiss der Beutler zwar eine weitgehende Specialisirung erfahren hat, durch den Mangel eines Ersatzgebisses aber eine etwas niedere Stufe der Zahnentwickelung einnimmt als das der Placentalier, und dass aus dieser Stufe heraus keine Weiterentwickelung nach dem Placentalthiergebiss zu möglich war.

Wenden wir uns wieder dem thatsächlich Feststehenden zu, so erscheint die Homologisirung des persistirenden Beutelthiergebisses mit der ersten Dentition der Placentalier als eine selbstverständliche Schlussfolgerung.

Um so eigenthümlicher berührt daher die Auffassung, welcher Winge[4]) in seinem eben erschienenen schönen Werke über die Beutelthiere huldigt. Er glaubt meine Entdeckung der Ersatzzahnanlagen bei *Didelphys* auch auf andere Weise deuten zu können. Aus der von mir angegebenen Thatsache, dass der dritte Prämolar in einem jungen *Didelphys*-Stadium von allen Zahnanlagen am weitesten ent-

---

1) C. Röse, Berichtigung. Anat. Anzeiger 1893. No. 2 u. 3.
2) C. Röse, Die Entwickelung der Zähne des Menschen. Arch f. microsc. Anat. 1891. p. 447 u. f.
3) Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung. Anat. Anzeiger 1891. No. 12 u. 13.
4) Herluf Winge, Jordfundne og nulevende Pungdyr (Marsupialia) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien. Kjöbenhavn. 1893. p. 123.

wickelt ist, glaubt er schliessen zu können, dass dieser Zahn einer früheren Zahnserie angehöre. Er glaubt daher, dass bei *Didelphys* das Milchgebiss bis auf einen Zahn verschwunden ist, dass das bleibende Gebiss der zweiten Dentition der Placentalier entspricht, und dass sich noch schwache Spuren einer dritten Dentition vorfinden. Sein Schluss lautet in getreuer Uebersetzung: »Das, was man im Grossen und Ganzen aus Kükenthal's Entdeckung entnehmen kann, ist, dass die Säugethiere von Wirbelthieren abstammen, die mehrere Dentitionen gehabt haben, was man schon von vornherein mit Sicherheit sagen konnte; so gewiss die Säugethiere von niederen Wirbelthieren abstammen, haben ihre Vorfahren auch vielfachen Zahnwechsel gehabt (Leche hat bei *Erinaceus* und *Didelphys* Spuren mehrerer Dentitionen gefunden).«

Die Beweisführung Winge's steht auf höchst schwachen Füssen. Daraus, dass ein Zahn (Pd_3), der sich später besonders stark entwickelt, schon in früher Anlage grösser ist als die anderen Zahnanlagen, schliessen zu wollen, dass dieser Zahn einer anderen Dentition angehört, ist durchaus unzulässig. Der dritte Prämolar entwickelt sich in demselben Zahnsatze, wie die anderen persistirenden Zähne, und gehört wie diese zu ein und derselben Dentition.

Wenn ferner nach Winge die Milchbezahnung bei Beutelthieren verloren gegangen sein soll, so müssten sich doch noch Spuren davon vorfinden, und jedenfalls ist die von Winge beliebte Heranziehung von Leche's Entdeckung von Spuren einer verloren gegangenen früheren Dentition in diesem Sinne zu deuten. Es wären also die fraglichen Rudimente einer vorausgegangenen Dentition homolog der Milchbezahnung der Placentalier!

Auch dafür lässt sich nicht der geringste Beweis erbringen, vielmehr finden sich die von Leche bei *Didelphys* aufgefundenen, übrigens sehr undeutlichen Reste einer der ersten Dentition vorausgegangenen älteren Zahngeneration auch bei Placentaliern wieder, und hier zum Theil viel deutlicher; so fand sie Leche bei *Erinaceus*, wo eine dem dritten Schneidezahn erster Dentition vorhergehende Zahnanlage vorhanden ist, und von mir wurde bei Bartenwalen diese vorausgegangene Zahngeneration nicht als gelegentlich sich anlegende Gebilde, sondern als ganz regelmässig vorhandene rudimentäre Zahnanlagen aufgefunden. Vielleicht wird sich das Vorkommen von Rudimenten einer solchen vorausgegangenen Zahngeneration bei Säugethieren als allgemein verbreitet herausstellen, jedenfalls aber steht fest, dass wir sie nicht willkürlich mit der ersten Dentition homologisiren dürfen.

Es ist also daran festzuhalten, dass das Gebiss der Beutelthiere der ersten Dentition der Placentalier entspricht, und dass nur ein Ersatzzahn (Pm_3) auftritt.

C. Bemerkungen über das Robbengebiss.

Die Durchmusterung einer grossen Anzahl von Robbenschädeln ergab mir die interessante Thatsache, dass bei ihnen eine Erscheinung gelegentlich und gar nicht selten auftritt, die wir am Gebiss von Bartenwalen kennen gelernt hatten, nämlich die Theilung von Backzähnen. Dieser bei den Bartenwalen in so mächtigem Umfange auftretende Process findet sich bei den Pinnipediern im Entstehen. Besonders wichtig erscheint es mir auf diese Frage deshalb zurückzukommen, weil ein Theil des von mir benutzten Materiales des Londoner und Leidener Museums in einer unlängst erschienenen Arbeit von Bateson[1]) verwandt worden ist, und ihm zu Schlussfolgerungen Veranlassung gegeben hat, die ich auf das entschiedenste bekämpfen muss.

Halten wir uns zunächst an das Thatsachenmaterial. Im Londoner Museum existiren die beiden einzigen bis jetzt bekannten Schädel von *Ommatophoca Rossii*, von denen der eine die typische Zahl von

1) W. Bateson, On numerical variation in teeth, with a discussion of the conception of homology. Proc. Zool. Soc. London. 1892. P. 1.

Backzähnen, nämlich 5, aufzuweisen hat, der andere aber folgende Eigenthümlichkeiten besitzt. Im rechten Oberkiefer ist der erste Prämolar durch eine tiefe, aber doch nicht ganz durchgehende Spalte in zwei dicht aneinander liegende Hälften zerlegt, und das gleiche Bild zeigt auch der erste Prämolar des rechten Unterkiefers, nur ist die Spalte nicht ganz so tief. Jeder dieser beiden Zähne wird also unvollkommen in eine vordere und eine hintere Hälfte zerlegt. Vergleichen wir diese Bildungen mit den Doppelzähnen bei Bartenwalen, so kommen wir zu der Auffassung, dass wir ganz ähnliche Verhältnisse vor uns haben, und dass diese Robbenbackzähne in einem Stadium der Theilung begriffen sind. Diese Vermuthung findet ihre Bestätigung durch das Verhalten der Zahnreihe des linken Oberkiefers. Hier sehen wir nicht 5, sondern 6 von einander gesonderte Backzähne. Statt des ersten Prämolaren sehen wir zwei nahe aneinander liegende Zähne, von denen jeder einzelne kleiner ist als der erste Prämolar des rechten Oberkiefers, aber etwas grösser als dessen Hälfte. Der daraus zu ziehende Schluss ist der, dass hier die Theilung des ersten Prämolaren weiter gegangen ist, und dass sich die beiden Theilproducte etwas weiter von einander entfernt haben, als auf der rechten Seite, wo sie noch dicht zusammenliegen. Ein zweiter, von BATESON nicht erwähnter Fall findet sich im linken Oberkiefer einer *Phoca foetida* desselben Museums. Im rechten Oberkiefer haben wir die 5 typischen Backzähne, im linken wiederum 6. Betrachten wir die Form der einzelnen Zähne genauer, so sehen wir, wie im rechten Oberkiefer der vierte Backzahn in seiner Gestaltung dadurch abweicht, dass die an ihm deutlich auftretenden zwei hinteren Höcker durch eine tiefe Einkerbung von den höheren vorderen getrennt sind. Ein Vergleich mit der linken Seite zeigt uns, dass dort die Trennung weiter gegangen ist, und dass die zwei hinteren Höcker sich als selbständiges Zahngebilde abgetrennt haben. Auch hier haben wir also das gleiche Verhalten wie bei *Ommatophoca*.

Ein Schädel von *Phoca groenlandica* desselben Museums zeigt ganz dasselbe. Auch hier zeigt der rechte Oberkiefer 5, der linke 6 Zähne, und auch hier ist es der 4. Backzahn, welcher sich getheilt hat. Wiederum sehen wir, wie auf der rechten Seite der 4. Backzahn eine schärfere Einkerbung in der Mitte aufweist, als die beiden benachbarten, während auf der anderen Seite die beiden Theilproducte völlig getrennt sind. Letztere sind übrigens beträchtlich kleiner als die anderen Zähne, die hintere selbständig gewordene Zahnhälfte liegt ausserdem etwas nach innen und ist mit ihrer einzigen Spitze schräg nach vorn gerichtet.

Als vierten Fall führe ich das bereits von BATESON beschriebene Gebiss einer *Phoca groenlandica* aus dem Leidener Museum an. Auch hier ist es der 4. Prämolar, welcher sich im rechten Oberkiefer stark in transversaler Richtung ausgedehnt hat und in der Mitte eine Einkerbung zeigt, während im linken Oberkiefer 2 dicht aneinander gelagerte Zähne dieselbe Stelle einnehmen, so dass auch hier die Gesammtzahl der Backzähne 6 beträgt.

Aus demselben Museum stammt ein weiterer Schädel von *Phoca groenlandica*, dessen rechter Oberkiefer 6 Backzähne aufzuweisen hat. Hier ist die Art der Entstehung sehr deutlich zu sehen, indem an Stelle des 4. Prämolaren 2 dicht aneinander liegende kleine Zähne vorhanden sind, von denen der vordere dem vorderen Höcker der übrigen Backzähne, der hintere deren hinterem Theile entspricht.

Ferner habe ich zu erwähnen eine *Phoca barbata* desselben Museums, welche im linken Oberkiefer 6 Backzähne besitzt. Wiederum ist es der Prämolar 4 an dessen Stelle zwei dicht aneinander liegende Zähne getreten sind. Beide Theilproducte sind aber vollkommen wie die übrigen Backzähne entwickelt und zeigen wie diese einen mittleren höheren und je einen vorderen und hinteren kleineren Höcker.

Ich zweifle nicht daran, dass es leicht gelingen wird, bei Durchmusterung weiteren Materiales eine grössere Anzahl von derartigen Fällen zusammen zu tragen, die hier beschriebenen reichen aber bereits aus, um unsere Schlüsse zu rechtfertigen und denen BATESON's entgegenzutreten.

Von den Verhältnissen bei *Ommatophoca* ausgehend, argumentirt BATESON[1]) folgendermaassen: »If the division of the other three first premolars were as complete as that of the left p_1 there would be no indication of their origin. But if it is possible for a premolar to represent or to be represented by two premolars, without any visible indication of its double nature, may not the same be true of the premolars of other forms? May it not be true of teeth generally? And if it is true, how are the homologies of teeth to be determined? Nevertheless teeth are almost preeminently amenable to this kind of treatment. They have been studied with immense care. The facts which they present, and on which their homologies are to be determined, are remarkably compact, and of all series of multiple parts they offer the best chance. But examined in the light of a knowledge of the facts of variation, the process is found to be capable of occurring in a way which precludes the possibility of carrying out an analysis of the relation between the parts and suggests that such relationship need not necessarily exist at all.«

Um seine Meinung anschaulicher zu machen, vergleicht BATESON eine variirende mit einer normalen Form mit einem Wachsmodell, dem man durch Hinzufügen und Wegnehmen an einzelnen Theilen eine veränderte Gestalt geben kann. Bei der variirenden Form kommt aber noch dazu, dass es nicht dieselbe Masse ist, sondern dass sie von Beginn an neu entsteht, gerade so, als ob das Wachsmodell in den Schmelztopf zurückgewandelt wäre, bevor das neue Modell daraus gebildet würde.

Wären BATESON's Argumente richtig, so würde daraus folgen, dass die bis jetzt versuchten Homologisirungen multipler Theile keinen oder nur einen sehr bedingten Werth haben, mit anderen Worten, dass ein beträchtlicher Theil der Errungenschaften der vergleichenden Anatomie wieder gestrichen werden muss!

Worauf nun basirt BATESON seine zum mindesten sehr kühne Ansicht? Einzig und allein auf das schon lange vorher bekannte Factum, dass die Zahl der multiplen Theile — in unserem Falle der Zähne — gelegentlich variirt. Sehen wir uns diese Variationen näher an, so können wir zwei verschiedene Entstehungsarten unterscheiden. Die eine ist die oben beschriebene, dass ein Zahn sich, phylogenetisch gesprochen, durch eine immer tiefer gehende Fissur in zwei hintereinander liegende theilt. Da BATESON diese Entstehungsart selbst zugiebt, so ist es mir ganz unbegreiflich, weshalb er eine Homologisirung für nicht statthaft erklärt. Nehmen wir als Beispiel die Verhältnisse im Oberkiefer der einen *Ommatophoca Rossii*. Auf der rechten Seite sind 5 Backzähne vorhanden, und der erste Prämolar ist noch als ein Zahn zu rechnen, da seine Theilung in zwei noch nicht vollkommen vollzogen ist, auf der linken Seite haben wir 6 Backzähne. Nun vergleicht BATESON an einer anderen Stelle die Gesammtzahl der multiplen Organe mit einem Stocke, den man entweder in drei oder in vier gleiche Theile zerbrechen kann. Wie steht das nun bei *Ommatophoca* und den übrigen von mir erwähnten Fällen von Variation der Zahnzahl? Hier können wir doch stets mit grosser Bestimmtheit sagen, dass sich an Stelle dieses oder jenes Backzahnes zwei Zähne anlegen, wir können in allen Uebergangsstufen die Bildung dieser beiden Zähne durch Theilung des einen Zahnes verfolgen, und was soll uns also hindern, diese beiden Theilproducte mit dem an anderen Individuen ungetheilten entsprechenden Zahne zu homologisiren? So ist also in dem linken Oberkiefer der *Ommatophoca* Prämolar 1 und Prämolar 2 homolog dem ersten Prämolar der rechten Seite, und der letzte Backzahn ist daher auf beiden Seiten gleich zu setzen.

Dass diese beiden Theilproducte die Grösse der übrigen Backzähne zu erreichen vermögen und in denselben Abständen wie diese stehen können, zeigt, dass wir hier einen Process vor uns haben, der, wenn er nicht mehr gelegentlich, sondern immer allgemeiner auftritt, zur Entstehung neuer Formen führen kann, die, anstatt der ursprünglichen 5, 6 Backzähne aufzuweisen haben.

Es existirt aber nicht, wie BATESON will, eine principielle Unmöglichkeit, die fünf Backzähne der

1) l. c. p. 115.

älteren Form mit den sechs Backzähnen der jüngeren zu homologisiren, das Modell geht nicht, wie er sich ausdrückt, in den Schmelztopf zurück, bevor das neue Modell begonnen wird, sondern wir vermögen auf Grund der Vergleichung vieler Individuen und sicherlich ebenso auf Grund der Entwickelungsgeschichte die Uebergänge zu constatiren, welche zwischen der fünf und der sechs Backzähne besitzenden Form existiren, die Entstehung der letzteren phylogenetisch festzustellen und die einzelnen Zähne zu homologisiren. Je häufiger und ausschliesslicher die neue Varietät auftritt, desto mehr vermindert sich die Zahl der Uebergänge, und desto schwieriger wird die Verfolgung der phylogenetischen Umwandlung, unmöglich wird sie aber nicht. Selbst wenn die ursprüngliche mit fünf Backzähnen versehene ältere Form gänzlich erloschen sein sollte und die neue sechszahnige dominiren würde, so wird sich aus gelegentlichen fünfzahnigen Variationen, die dann als atavistische Rückschläge bezeichnet werden, der Modus der phylogenetischen Umwandlung erkennen lassen. Die Schwierigkeiten der Homologisirung können wachsen, eine principielle Unmöglichkeit aber existirt nicht.

Gehen wir nun zu dem zweiten Modus der Entstehung von numerischen Variationen über. Bateson giebt ein paar Beispiele davon, ich will aber, um bei den Pinnipediern zu bleiben, zu einer früheren Untersuchung zurückgreifen, die von Nehring [1]) an *Halichoerus grypus* angestellt worden ist. Dieser Autor fand nämlich bei *Halichoerus* in einer grossen Anzahl von Fällen im Oberkiefer anstatt 5 Backzähnen 6, und zwar fand das Auftreten des neuen Molaren stets an derselben Stelle, nämlich am Hinterende der Zahnreihe statt. Die Vermehrung der Zähne beruht also hier nicht auf einer Theilung eines einzelnen, sondern darauf, dass die Zahnleiste noch ein Stück weiter nach hinten wächst und einen neuen Zahn erzeugt. Aber auch hier ist die Homologisirung leicht durchzuführen. Die fünf typischen Backzähne entsprechen eben den fünf ersten Backzähnen der neuen sechszahnigen Varietät, und der neu hinzu gekommene letzte Zahn ist eine neue Acquisition.

Ich glaube daher, dass wir, anstatt uns mit Bateson's Annahme zu beruhigen, dass die Entstehung neuer multipler Theile auf der noch unbekannten Gesetzen folgenden Variabilität beruht, besser daran thun, diese Variabilität zu studiren und die Wege ihrer Entstehung aufzudecken. Alsdann werden wir in der Lage sein, die von Bateson so entschieden negirte Homologisirung auf einwandsfreier Basis durchzuführen.

Verweilen wir noch etwas beim Gebisse der Pinnipedier, so fällt uns die Häufigkeit auf, mit welcher überzählige Zähne auftreten. Ich glaube diese Erscheinung in Verbindung bringen zu können mit der Thatsache, dass die Zähne der Pinnipedier sehr viel gleichartiger sind, als z. B. die der verwandten Carnivoren. Diese Gleichartigkeit ist, wie ich schon früher einmal dargelegt habe, eine sehr wesentliche Eigenschaft für die fischfressenden Robben, welche dadurch befähigt sind, die Beute festzuhalten. Die übrigen Functionen der Backzähne, welche wir von den Landsäugethieren her kennen, gehen verloren, indem die zerbissene Beute ohne weiteres heruntergeschluckt wird. Nun ist es eine bekannte Erscheinung, dass Variabilität besonders dann eintritt, wenn die Anforderungen, welche an ein Organ gestellt werden, verschwinden, und ich glaube daher, dass auch beim Robbengebiss beide Erscheinungen im Zusammenhange stehen.

Noch eine andere Erwägung kommt hinzu. Ich glaube nämlich, dass bei den Pinnipediern ein Process im Entstehen begriffen ist, der bei den anderen Wassersäugethieren, den Zahn- und Bartenwalen, zur vollkommenen Entwickelung gediehen ist, nämlich die Verlängerung der Schnauze. Eine solche Umbildung ist für fischfressende und die Beute im Wasser verschlingende Thiere von höchstem Nutzen, es braucht ja in den Kiefern keine besondere Kraft mehr entwickelt zu werden, da der Kauprocess voll-

1) A. Nehring, Ueber Gebiss und Skelet von *Halichoerus grypus*. Zool. Anzeiger VI. 1883. p. 610 u. ff.

kommen wegfällt und das Ergreifen der Beute die Hauptsache ist. Mit der Verlängerung der Schnauze finden aber auch die Zähne mehr Platz in den Kiefern, und es kann daher die bereits vorhandene Variabilität in der Zahnzahl sich insofern als nützlich erweisen, als sie zur Ausfüllung der durch die Kieferverlängerung entstehenden Lücken beiträgt. Bei den Pinnipediern scheint mir nun dieser Process im Entstehen begriffen zu sein, es häufen sich hier die Fälle, in denen, statt 5, 6 Backzähne zur Entwickelung kommen, bei den Zahn- und Bartenwalen ist aber der Process sehr viel weiter vor sich gegangen, und bei letzteren können wir noch embryologisch verfolgen, wie die Entstehung der Zähne auf die Theilung von ursprünglichen Backzähnen zurückzuführen ist.

Die beiden Entstehungsarten neuer Zähne haben wir bei allen drei Gruppen: einmal die Theilung von ursprünglich grösseren Backzähnen, dann aber auch das Weiterwachsen der Zahnleiste nach hinten und die Production neuer Zähne.

So zeigt uns also das Gebiss der Robben den Weg an, den einst das Gebiss der Zahn- wie Bartenwale gegangen ist, als es sich aus einem wenigzahnigen heterodonten in ein vielzahniges homodontes verwandelte.

D. Zusammenfassung.

Wir haben durch unsere Untersuchungen den Weg kennen gelernt, auf dem das bei manchen Säugethierordnungen vorkommende homodonte Gebiss entstanden ist.

Wir haben das homodonte Gebiss als eine secundäre Bildung erkannt, entstanden durch Theilung von mehrhöckerigen Backzähnen einer ursprünglich heterodonten Bezahnung. Gleichzeitig erklärt sich dadurch die starke Vermehrung der Zahnzahl. Bei Pinnipediern sahen wir den Beginn des Processes, bei Bartenwalen konnten wir ihn auf embryologischem Wege feststellen, und bei den Zahnwalen war er bereits zu Ende gediehen, und nur gelegentlich fanden sich noch Spuren seiner Entstehung vor. Ganz ähnlich scheint es sich bei dem vielzahnigen Edentaten *Priodon gigas* zu verhalten. Ferner aber haben wir gesehen, dass ausser diesem einen Process der Zahntheilung noch ein zweiter auftreten und zur Vermehrung der Zähne beitragen kann, nämlich das Wachsthum der Zahnleiste weiter nach hinten.

Ist somit der Nachweis gelungen, dass die Homodontie bei Säugethieren eine secundäre Erscheinung ist, so ist es nicht minder der Fall mit der Monophyodontie. Ueberall, wo früher nur eine Dentition als vorhanden angenommen wurde, fand es sich, dass ausser dieser noch die zweite nach innen von ihr angelegt wird, aber nicht oder nur ganz vereinzelt zur Entwickelung kommt. Bei Beutelthieren, bei Zahn- und bei Bartenwalen finden sich diese Anlagen vor und liefern eine neue, in manchen Punkten vertiefte Begründung zu der von mir schon vordem ausgesprochenen Ansicht, dass das Säugethiergebiss mit seinem einmaligen Zahnwechsel von dem einen mehrfachen Zahnwechsel aufweisenden Reptiliengebiss abzuleiten sei [1]).

---

1) LECHE hat mich vollkommen missverstanden, wenn er glaubt, dass ich anderer Ansicht sei. Er schreibt (Studien über die Entwickelung des Zahnsystems bei den Säugethieren. 1892. p. 530): »KÜKENTHAL beantwortet die Frage, welche von den beiden Dentitionen der Säugethiere die ältere sei, dahin, dass beide Dentitionen in ihrer Anlage gleichwerthig seien«, und weist dann nach, dass die erste Dentition die ältere ist. Dass letzteres auch meine Ansicht ist, ergiebt sich aus der Lectüre meiner diesbezüglichen Arbeiten ohne weiteres und ist ja ganz selbstverständlich. Bereits in meiner ersten Publication (Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung. Anat. Anz. 1891. p. 369) schrieb ich in Beantwortung der Frage, ob wir das Gebiss der Säugethiere auf das ihrer Vorfahren, der Reptilien, zurückführen können: »Der Zahnersatz ist ferner bei Reptilien in noch ausgeprägterem Maasse als bei Säugethieren vorhanden, da mehrere Dentitionen aufeinander folgen können, deren Anlagen wie bei der zweiten Dentition der Säugethiere nach innen von der ersten gebildet werden. Es erscheint mir daher der Gedanke nicht allzu gewagt, die Säugethierbezahnung von der der Reptilien abzuleiten, von den mehrfachen Dentitionen der letzteren sind bei ersteren nur noch zwei übrig geblieben.« Wenn ich den von LECHE herangezogenen Satz geschrieben habe: »In ihrer Anlage sind beide Dentitionen gleichwerthig«, so muss ich doch auch den Schluss dieses Satzes zu berücksichtigen bitten: »Die Entwickelungsgeschichte giebt uns keinen Anhalt für die oft ausgesprochene Behauptung, dass eine der beiden Zahnanlagen abhängig von der anderen entsprosst sei, beide sind Schwestern, deren Mutter die einfache Epitheleinstülpung im Kiefer ist, die wir als Zahnleiste bezeichnen«. Das hat aber mit der Frage, welche von beiden Dentitionen die ältere sei, gar nichts zu thun! Ich habe mich vielmehr nur gegen eine Abhängigkeit

Die Auffindung der Reste einer der ersten Dentition vorausgegangenen Zahnserie bei Bartenwalen legt, in Verbindung mit den von LECHE aufgefundenen gleichen Resten bei *Erinaceus* und *Didelphys* den Gedanken nahe, ob sich nicht ein derartiger Vorläufer der ersten Dentition auch innerhalb anderer Säugethierordnungen finden lassen werde, und ob es nicht vielleicht eine den Säugethieren insgesammt zukommende Erscheinung ist.

Zum Schlusse möchte ich noch meine jetzige Stellung zu der von mir früher ausgesprochenen Ansicht präcisiren, dass die Backzähne der Säugethiere durch Verschmelzung von conischen einspitzigen Zähnen entstanden sind. Wie bereits in meiner diesbezüglichen Arbeit[1]) hervorgehoben, sind ähnliche Ansichten schon früher aufgestellt worden und nach mir hat sie auch RÖSE[2]) acceptirt. Letzterer Autor glaubt einen embryologischen Beweis in der Thatsache gefunden zu haben, dass die Dentinbildung an der Spitze der einzelnen Höcker einer Backzahnanlage beginnt, und dass die einzelnen Dentinscherbchen miteinander verschmelzen — übrigens eine jedem Forscher, der sich einmal mit Zahnentwickelung befasst hat, bekannte Erscheinung —. So wenig darin ein Beweis erblickt werden kann, so wenig zwingend sind auch die von gegnerischer Seite vorgebrachten Einwände gegen die Verschmelzungshypothese; vor allem lassen sich nicht, wie dies neuerdings OSBORN[3]) versucht hat, die spärlichen paläontologischen Thatsachen so ausgiebig verwerthen. Ich kann mich überhaupt nicht der Ueberzeugung verschliessen, dass die von palaeontologischer Seite aufgestellten und bis ins Einzelnste durchgeführten Zahnhomologien einen stark schematischen Beigeschmack haben, und dass die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen der Zukunft diese paläontologischen Hypothesen in mehr als einem Punkte modificiren werden.

Was mir für die Verschmelzungshypothese zu sprechen scheint, ist die schon früher von mir herangezogene Thatsache, dass der umgekehrte Process, die Theilung von Backzähnen in einspitzige Zähne, allgemein vorkommt (Bartenwale), und dass ähnliche Theilungen auch bei Edentaten und Pinnipediern zu beobachten sind. Noch wichtiger erscheint mir das im Laufe der vorliegenden Untersuchungen gewonnene Resultat, dass Verschmelzungen von ursprünglich vollkommen getrennt angelegten Zähnen wirklich vorkommen können, wie ich das bei *Phocaena communis* (p. 409) beschrieben habe, wo Zähne der ersten Dentition mit ihren Ersatzzähnen verschmelzen. In derselben Weise sind nach meiner Auffassung alle echten Molaren der Säugethiere entstanden zu denken, nur ist bei ihnen die Verschmelzung auf frühere Stadien der Entwickelung zurückverlegt, und nur beim ersten Molaren erfolgt mitunter die Verschmelzung etwas später. Darin liegt also der Hauptunterschied zwischen Molaren und Prämolaren, dass erstere aus beiden verschmolzenen Dentitionen bestehen, während sie bei letzteren getrennt bleiben, und jede für sich zur Entwickelung kommt, und ich halte daher den so beliebten Streit, ob die Molaren der ersten oder der zweiten Dentition zuzurechnen sind, für volkommen überflüssig.

Nach wie vor halte ich also daran fest, dass eines der wesentlichsten Momente zur Bildung der Säugethierbackzähne in der Verschmelzung ursprünglich selbständig für sich existirender conischer Einzelzähne beruht, wenn ich auch nie verkannt habe, dass diese Anschauung bis zur wohlbegründeten Hypothese noch einen weiten Weg hat.

---

der einen Dentition von der anderen ausgesprochen, und halte daran auch jetzt noch fest. Wie von zwei Schwestern die eine die ältere, die andere die jüngere ist, so ist auch die erste Dentition die ältere, die zweite die jüngere, und die Zahnleiste ist die Mutter, von der beide abstammen. Hätte ich die Gleichaltrigkeit beider Dentitionen behaupten wollen, was nach meinen sonstigen Ausführungen ganz widersinnig wäre, so hätte ich von Zwillingsschwestern gesprochen.

1) Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Säugethierzähne. Jen. Zeitschrift. 1892.

2) C. RÖSE, Ueber die Entstehung und Formabänderungen der menschlichen Molaren. Anat. Anzeiger 1892. p. 392.

3) H. F. OSBORN, The history and homologies of the human molar cusps. Anat. Anz. 1892. p. 740.

3 2044 072 224 488

Date Due